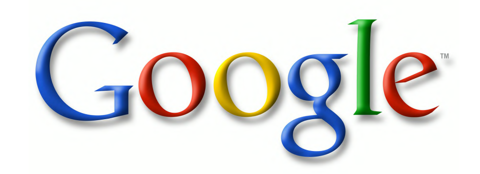




TRAITÉ COMPLET

DE LA

CHAUX CARBONATÉE

ET DE

L'ARRAGONITE,

AUQUEL ON A JOINT

UNE INTRODUCTION À LA MINÉRALOGIE EN GÉNÉRAL,

UNE THÉORIE DE LA CRISTALLISATION, ET SON APPLICATION,

AINSI QUE CELLE DU CALCUL, À LA DÉTERMINATION DES FORMES CRISTALLINES DE CES DEUX SUBSTANCES.

PAR M. LE COMTE DE BOURNON,

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES ET DE CELLE DE LINNÉE, DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE LA MÊME VILLE, ET DE CELLE WERNÉRIENNE D'EDIMBOURG.

Ire VOL.

LONDRES:

CHEZ WILLIAM PHILLIPS, GEORGE YARD, LOMBARD STREET.

1808.

DE L'IMPRIMERIE DE WILLIAM PHILLIPS.

AVERTISSEMENT.

LORSQUE l'Auteur s'est occupé de la rédaction de ces trois volumes, il avoit conçu le projet de remplir la même tâche à l'égard de toutes les substances minérales ; ce qui en eût formé un traité de minéralogie aussi complet que les connoissances minéralogiques de cette époque pouvoient permettre de le faire, et infiniment plus qu'aucun de ceux qui l'auroient dévancé. Il avoit rassemblé, à ce sujet, des matériaux immenses et tels qu'il ose dire qu'aucun Cabinet de l'Europe n'en pourroit présenter de pareils. Les savans minéralogistes peuvent en juger par les faits que renferment ces trois volumes à l'égard de la chaux carbonatée et de l'arragonite ; faits dont presque tous les objets sur lesquels ils reposent sont entre ses mains. Il en est de même dans presque toutes les autres substances minérales, dont un très-grand nombre lui ont offert une telle multiplicité de faits, soit non décrits, soit à rectifier, qu'il ne craint pas d'avancer que plusieurs d'entre elles doivent être entièrement retouchés. Des événemens, dont il pouvoit avoir la crainte, à laquelle cependant sa raison refusoit de se livrer, le forçant de terminer ses travaux minéralogiques, il a changé le premier titre de *traité de minéralogie* qu'il avoit donné d'abord à ces trois premiers volumes, en celui de *traité complet de la chaux carbonatée et de l'arragonite,* titre qui convient parfaitement à cet ouvrage et qu'il ose croire avoir rempli.

DISCOURS PRÉLIMINAIRE.

DÈS les premières années du printemps de ma vie, l'étude de la nature a eu pour moi un charme infini. Dès cette même époque, mes jouissances les plus douces ont été de chercher à connoître la diversité des objets, toujours intéressants, qu'elle renferme dans son sein, de converser avec elle, et de mériter, par la constance de mon assiduité qu'elle récompensât mes soins, par quelques-unes des faveurs qu'elle accorde d'ordinaire à ceux qui la cultivent avec zèle. Après m'être livré quelques instants à l'étude de la botanique, ensuite à celle de l'antomologie, le premier essai de cristallographie de Romé de l'Isle, lorsque je le lus, décida pour toujours mes regards vers l'étude de la minéralogie. Ce premier coup d'œil jetté sur un des faits les plus intéressants de la nature, dont il faisoit disparoître ces jeux du hazard, enfants de notre ignorance, et si souvent mis autrefois en avant, fit naître fortement en moi le desir de connoître les minéraux.

Voulant, en conséquence, étudier la minéralogie avec méthode, et ayant besoin d'acquérer les connoissances préliminaires nécessaires à cette étude, je fus trouver Romé de l'Isle à Paris. Cette excellent homme, auquel la minéralogie a eu de si grandes obligations, et dont le caractère étoit la candeur et la bonté même, voulut bien être mon guide. J'ai eu la satisfaction de le conserver ensuite pour ami, jusqu'à ce que l'a mort soit venu l'enlever à la science, qui l'a pleuré, et à ses amis, dont l'âme en porte encore le deuil. J'ai conservé avec lui, pendant toute sa vie, une correspondence très-active, que j'ai eu la satisfaction de sortir de france avec moi, et qui remplissoit les intervales que je mettois entre les voyages que je faisois auprès de lui. Cette correspondance n'a pas peu contribué à soutenir, et même à

exalter mon zèle pour la minéralogie. Par elle, je lui communiquois toutes mes observations, à mesure que je les faisois: je lui faisois passer aussi tous les objets minéralogiques que je croyois devoir l'intéresser, et principalement les cristaux neufs que je pouvois observer.

J'habitois alors Grenoble, ville capitale du Dauphiné, située au pied des Alpes. Combien cette position étoit précieuse à l'étude qui occupoit et charmoit mes loisirs! le hazard me favorisa assez pour marquer mes premiers pas, dans la carrière minéralogique, par quelques observations nouvelles, qui furent alors appréciées, par les minéralogistes de Paris, beaucoup au dessus de leur valeur. Cette appréciation flatta mon amour propre et augmenta mon zèle. Tout tendoit à accroître mon goût pour la minéralogie; aussi devint-il presque une passion; mais aussi jamais passion ne présenta plus de jouissances, depuis son origine, jusqu'à son plus grand développement. Heureux, autant qu'il étoit possible de l'être, dans mon intérieur, ayant des amis, et ne connoissant, pour ainsi dire, d'autre société que la leur, habitant un royaume heureux et florissant, gouverné par le meilleur, le plus doux, et le plus vertueux, ainsi qu'il a été le plus malheureux des rois, quelle situation pouvoit être plus heureuse pour l'étude des sciences, pour laquelle le calme de l'âme, la tranquilité et la sécurité, forment le premier des biens, et le plus absolu des besoins.

Ma situation au pied des Alpes, qui les rendoient pour moi le plus riche et le plus instructif des cabinets, me mettoit dans le cas d'y faire souvent des voyages. Qu'on me permettre de m'arrêter un moment, sur le souvenir de tout l'agrément qui m'y accompagnoit. A toutes les jouissances qui m'y étoient offertes par le spectacle si imposant, et en même temps si intéressant, que présentent ces dépôts colossals d'une partie des trésors et des secrets de la nature, se joignoit celle de la société la plus agréable. Mr. Villars, botaniste du premier mérite, Mr. Schreiber, alors directeur de la mine d'argent d'Allemond, et de toutes celles de cette partie des Alpes Dauphinoises, qui joignoit à une connoissance profonde de l'exploitation des mines,

celle de la minéralogie, Mr. l'Abbé Du Cros, bibliothécaire de la bibliothèque publique de Grenoble, et directeur du cabinet de minéralogie de cet établissement, m'ont habituellement accompagné dans ces montagnes, fréquemment tous les trois, et toujours du moins quelques-uns d'eux. Je n'oublierai jamais les soins délicats et prévenants avec lesquels ils écartoient de moi toutes les difficultés et les embarras, pour me laisser jouir en entier, et jouir bien complettement, du plaisir d'être avec eux: qu'ils sachent du moins que j'en ai conservé le souvenir et la reconnoissance.

Après avoir étudié la nature, dans les grandes masses des Alpes, et examiné avec soin celles de ces masses dont la roche appartient, soit aux produits pierreux primitifs, soit à ceux secondaires; après avoir observé la manière dont ces produits se comportent à l'égard des autres grands dépôts faits, soit à leur base, soit sur leurs pentes, soit même sur leur cîme; après avoir parcouru, à différentes époques, une grande partie des montagnes, tant coquillières que crayeuses, &c. d'une partie de la France, telles que celles du Dauphiné, du Lyonnois, de la Bourgogne, de la Franche Comté, de la Champagne, de la Lorraine, &c. il me restoit à observer les grandes chaînes de montagnes primitives basses. Je désirois beaucoup aussi connoître les grands faits qui concernent les volcans éteints. Ces faits qui font aujourd'hui un objet de discussion entre les minéralogistes qu'ils ont partagés en deux sectes différentes, dont les membres, ainsi que c'est l'ordinaire, sont extrêmes dans leurs opinions, et rejettent également celle très-sage qui voudroit se placer entre deux; ces faits dis-je méritent en effet d'être étudiés avec soin. Déjà ceux que présentent les volcans éteints d'Auvergne, ont fait varier l'opinion que Dolomieu, un des savants qui se soit occupé avec le plus d'avantage des volcans, avoit adoptée, dans l'étude qu'il avoit faite de ceux de l'Italie. L'observation de ces mêmes volcans éteints auroit aussi, je pense, une grande action sur l'opinion de ceux des minéralogistes qui, ayant adopté le système neptuniste dans toute sa rigueur exclusive, se détermineroient à les parcourir et à les étudier avant de prononcer. Les montagnes d'Auvergne réunies à celles du

Forez, du Vélay, du Vivarais et des Cévennes, m'offroient amplement de quoi satisfaire mes desirs à cet égard, et sans-doute même avec plus d'avantage que ne pouvoit le faire aucune des autres chaînes de montagnes de l'Europe. Elles m'offroient en outre un autre intérêt capital, par les mines de houille qui, telles qu'à St. Etienne et à Rive de Giers, en Forez, y sont si multipliées et si abondantes. Je désirois surtout étudier les montagnes primitives basses, et principalement celles de granite. Ces montagnes découvertes beaucoup plus tard que celles qui sont élevées; recouvertent postérieurement, et peut-être même, pour quelques-unes, à une époque très-voisine de celle de leur formation, par le produit de la désintégration et de la destruction des autres, doivent par cela même avoir conservé plus parfaitement le caractère des derniers produits de leur formation. Elles me sembloient, devoir en conséquence promettre des faits qui leur seroient particuliers, et dont les montagnes élevées ne pouvoient donner la connoissance; et l'événement a parfaitement répondu à mon attente. Je fus en conséquence passer de suite plusieurs étés dans ces provinces, et dans les diverses excursions que j'y ai faites, les jouissances qui jusque là avoient accompagné l'étude que je faisois de la minéralogie, m'y suivirent. J'ai reçu, dans les endroits de ces provinces dans lesquels j'ai séjourné, des témoignages d'honnêteté et de prévenance, dont le souvenir ne s'est pas effacé, et a servi quelquefois depuis à me dédommager des sensations contraires, lorsque j'ai pu les éprouver.

C'est à cette époque, que je donnai un léger détail sur quelques objets relatifs à la minéralogie du Forez, dans un petit ouvrage intitulé, *Essai sur la Lithologie des environs de St. Etienne*, &c. Cet ouvrage, à l'origine, n'étoit destiné qu'à accompagner une caisse des produits minéralogiques de ce canton, que j'envoyois à Romé de Lisle, et à lui servir d'explication à leur égard, et ce ne fut qu'à sa sollicitation, ainsi qu'à celle de quelques-autres minéralogistes, que je me déterminai à le livrer à l'impression. Si je recommençois aujourd'hui ce petit ouvrage, il y a beaucoup de choses qui y resteroient, mon opinion n'ayant nullement changée depuis, à leur

égard, mais il y en a beaucoup aussi que je ne vois plus sous le même aspect, et que je rectifierois. Eh ! à quoi serviroit en effet d'étudier et de vieillir, si l'instruction qu'on acquiert, par là, ne perfectionnoit le jugement, et ne le mettoit à même de rectifier les erreurs commises précédemment par lui. Je ne crains donc pas d'avouer que j'ai très-fréquemment varié, à l'égard des opinions que l'étude de la minéralogie m'avoit fait embrasser à différentes époques, et je ne répondrois-pas, pour peu que l'auteur de la nature me permît de me livrer encore un certain nombre d'années à son observation, d'être à l'abri de nouvelles variations. Cet essai, dans lequel j'ai inséré quelques observations sur la formation des mines de houille de cette partie du forez, contient en outre quelques détails sur l'action du feu sur les schistes, ainsi que sur les grès qui accompagnent ces mines, dans une d'elles connue sous le nom de la Ricamari, qui bruloit alors et dont l'inflagration remontoit à une époque très-reculée, dont la tradition même n'indiquoit aucune trace : ces détails, que je crois être le premier à avoir donnés, me paroissent mériter encore aujourd'hui quelqu'intérêt.

Déjà plusieurs années s'étoient écoulées depuis que l'étude de la minéralogie occupoit, d'une manière extrêmement agréable, tous mes moments de loisir. J'avois fait un très-grand nombre d'observations, et rassemblé une collection minéralogique très-considérable. Je formai alors le projet de m'occuper de la rédaction de mes observations, et me déterminai à me fixer dans une campagne extrêmement agréable que j'avois auprès de Metz.* La proximité d'une nouvelle chaîne de montagnes primitives basses, les Vôges, ainsi que le voisinage des montagnes des Electorats de Trèves,

* Les jouissances qui m'attachoient à la minéralogie, avoient encore été augmentées par les témoignages d'estime, de considération et même d'attachement, que je recevois des minéralogistes qui habitoient la capitale, lorsque je me trouvois auprès d'eux. Comme ces témoignages ont eu pour moi un prix inestimable, j'ose espérer que ces savants, dont aujourd'hui un espace immense me sépare, me permettront de leur témoigner ici ma reconnoissance. Un grand nombre d'entre eux ont bien voulu me conserver ces mêmes sentiments, et m'en donner des preuves auxquelles j'ai été très-sensible, par l'envoi de leurs ouvrages. Je ne me croirai jamais complettement malheureux, tant qu'ils me conserveront leur amitié et leur estime.

et de Coblentz de Mayence, &c. de celles d'Oberstein, et des mines de mercure du Duché de Deux-Ponts, m'y promettoit de nouvelles récoltes, de nouvelles observations, et par conséquent de nouvelles jouissances.

C'est à cette époque, où je croyois avoir fixé invariablement autour de moi les moyens les plus assurés d'une félicité durable et complette, que j'ai vu disparoître en un instant, cet édifice de bonheur si voluptueusement élevé, ainsi que s'évanouit au réveil le songe le plus flateur. Je m'étois entouré de tout ce qui pouvoit satisfaire mes desirs et mes gouts, et prolonger mes jouissances, même jusque dans la vieillesse. Aux occupations agréables que j'avois eues jusque là, j'avois joint les travaux de l'agriculture, pour laquelle j'avois toujours eu une forte inclination. Sans ambition, ne demandant rien, ne désirant que la paix avec mes voisins, et l'amitié de quelques-uns d'eux, ayant quelquefois le bonheur d'être utile aux hommes de la classe laborieuse dont j'étois entouré, qui n'eût dû penser avoir en effet trouvé cette pierre philosophale pour l'homme, un bonheur constant ? La révolution qui a couvert la France de sang, de cendres et de larmes, et a fait depuis éprouver les mêmes maux à tout le continent, a commencé ses ravages. Il m'a fallu abandonner patrie, fortune et amis, devenir simple habitant du monde, totalement indifférent aux nouveaux êtres que j'allois y rencontrer, et n'ayant auprès d'eux, pour toute recommendation, que celle si discréditée du malheur. Après avoir pendant longtemps erré en Allemagne avec ma famille, bien précieux que j'ai pu du moins conserver, et avec tant d'autres illustres compagnons de la même infortune, j'ai enfin heureusement fini par aborder au rivage de la véritable liberté : il étoit devenu dans ce moment aussi celui du refuge et de la protection accordée au malheur et à la persécution.

Il m'étoit reservé d'avoir alors à la minéralogie de nouvelles obligations. Jusque là elle avoit fait le charme de mes loisirs; devenant de ce moment ma mère nourrice, elle me préparoit des jouissances que je ne connoissois pas encore, celles de pouvoir être, par moi-même, et directement par le produit de mon travail, le soutien de toute ma

famille. Cette jouissance, inconnue à la fortune, et que rarement elle peut apprécier, est un dédommagement puissant de sa privation : tant il est vrai qu'il reste toujours à l'homme des sources de bonheur, lorsqu'il sait y puiser.

Quelque temps après mon arrivée à Londres, le soin, l'arrangement, ainsi que l'accroissement des trois plus grands cabinets de cette ville, celui de Mr. Greville, celui de Sir John St. Aubyn, et celui de Sir Abraham Hume, ont été à la fois placés entre mes mains. L'un d'eux, celui de Mr. Greville, qui déjà étoit très-considérable, peut être regardé aujourd'hui comme un des plus complets de l'Europe ; et même, à nombre d'égards, tel que dans la partie des gemmes, qui étoit à cette époque extrêmement négligée à Londres, et étoit assez généralement pauvre partout, il est bien certainement le premier. Un grand nombre des autres collections ont été successivement mises sous mes soins, pour l'ordre et l'arrangement ; et cela, à une époque où les différents objets qui ont trait à la minéralogie, dont il s'étoit formé en Europe plusieurs marchands colporteurs, ne trouvoient à se placer avantageusement qu'en Angleterre, où ils arrivoient de toute part. Cette position, ainsi que le travail constant qu'elle exigeoit de ma part, m'a fait sentir combien est précieuse, dans une étude qui nécessite particuliérement l'acte répété de la vue, la multiplicité des objets qui viennent se présenter à elle, dans un laps de temps suffisant pour que chacun d'eux puisse passer à son tour, et se ranger à la véritable place qui lui appartient. J'avois beaucoup vu en minéralogie ; puisque, en outre de ma propre collection dont le nombre des morceaux montoit à près de 14 mille, j'avois vu avec beaucoup de soin un grand nombre des cabinets de la France, plusieurs de ceux de l'Allemagne, et tous ceux de Paris dignes d'être cités ; cependant cette nouvelle masse immense d'échantillons des diverses substances minérales et de leurs variétés, qui passoit par mes mains, ainsi que la possibilité de pouvoir les comparer entre eux, a fortement contribué à augmenter les connoissances que je pouvois avoir acquises, jusqu'alors, à l'égard de ces mêmes substances. La rédaction que je me proposois de faire des anciennes observations

que l'étude de la minéralogie m'avoit fait faire, et qui avoit été si cruellement interrompue par les désastres de la France, précurseurs de ceux de l'Europe, avoit donc acquis de nouveaux matériaux. La connoissance que j'avois des minéraux s'étoit fortement agrandie; plusieurs objets qui n'étoient pour moi que des doutes, s'étoient éclaircis; beaucoup d'autres s'étoient rectifiés: je sentis enfin que je possédois en réalité la possibilité d'être utile à la science à laquelle j'avois dû, jusque là, plaisir et assistance. Pour cela, il falloit que la cessation des occupations qui m'étoient si nécessaire, cessation dont cependant j'entrevoyois de jour en jour plus distinctement les approches, me le permît. Cette époque est arrivée: par elle j'ai été rendu à moi-même, et à cette douce solitude qui m'étoit si nécessaire que j'ai toujours aimée, et qui avoit acquis de nouveaux charmes pour moi. J'ai pu alors m'occuper entièrement du rassemblement, que je projettois depuis long-temps, des notes et observations que je pouvois avoir faites, ainsi que des recherches et du travail particulier qu'il étoit nécessaire que je fisse, pour les rendre aussi utiles qu'il étoit possible; principal but vers lequel j'aspirois.

Ce travail terminé, j'ai été pendant long-temps incertain sur la méthode que j'adopterois pour le présenter au public. J'ai d'abord eu envie de faire un simple résumé des observations qui m'étoient totalement particulières; mais j'ai peu tardé à sentir que ce résumé ne présenteroit, dans chaque substance, que des faits isolés, et qui, privés par là de toute liaison quelconque avec aucun des autres faits déjà connus dans les mêmes substances, ne pourroient offrir que des détails extrêmement secs, et presque totalement dénués d'intérêt: d'ailleurs chacun de ces faits ainsi isolé, eut perdu par cela même tout le mérite qu'il pouvoit avoir, et peut être même une grande partie de l'utilité dont il pouvoit être. J'ai ensuite eu le projet de ne donner que les simples faits cristallographiques, à l'égard desquels mes observations sont immenses; mais cet ouvrage auroit eu la même sécheresse, principalement pour ceux des minéralogistes qui ne se sont pas livrés à l'étude de la cristallographie, et qu'il m'eût été impossible de conduire par là à prendre peu-à-peu quelque confiance

dans cette science : ces mêmes faits eussent été pour le moins aussi privés d'intérêt. Cette méthode d'ailleurs m'auroit fait laisser de côté, toutes celles de ces observations qui n'auroient pas eu directement trait à la cristallographie; ce à quoi je ne pouvois me résoudre. J'éprouvois cependant beaucoup d'éloignement à faire un nouveau traité de minéralogie : il en a tant paru depuis quelques années ! Je sentois en outre que, d'après ma manière de voir, sur la méthode qui devoit être suivie dans un traité de ce genre, cet ouvrage deviendroit alors considérable, et exigeroit par conséquent un temps assez long, avant d'être terminé, et ma position actuelle, qui ne me laisse d'autres resources que le travail, ne pouvoit me laisser envisager tranquillement l'intervalle qui devoit nécessairement se placer entre le commencement de cet ouvrage et sa fin.

C'est cependant à ce dernier parti que je me suis arrêté, comme le plus propre à remplir le but que je me proposois. Je me suis donc déterminé à faire en effet un traité complet de minéralogie; mais en même temps à le donner par parties détachées: par ce moyen, il me sera possible, j'espère, de pouvoir le continuer jusqu'à son entière exécution, et cela, de manière à ce que chaque partie qui paroitra, quoique incomplette, quant au traité général, soit cependant parfaitement complette, à l'égard des objets qui y seront traités : en adoptant l'ordre de classification que je crois le plus propre à être suivi dans cette science.

Avant de parler de la méthode que j'ai cru devoir suivre, dans cet ouvrage, je crois devoir m'arrêter un instant sur quelques réflexions qui ont rapport à elle, et qui feront mieux sentir les raisons qui me l'ont fait embrasser.

Tout traité concernant une science quelconque, doit renfermer tout ce qui est nécessaire, pour la faire connoître parfaitement dans toutes ses parties, et sous tous ses rapports ; de manière que celui qui, par exemple, veut étudier la minéralogie, prenant le traité de cette science pour guide, puisse avec ce simple traité, et un cabinet de minéralogie à sa disposition, former ses yeux à reconnoître facilement et promptement chaque substance, et graver peu à peu dans

son esprit les caractères essentiels propres à chacune d'elles, ainsi que les diverses relations qu'elles peuvent avoir les unes avec les autres. Sortant ensuite du cabinet, avec l'intention de se servir, sur la nature, des connoissances préliminaires qu'il y a acquises, le même traité doit continuer à lui servir de guide, en lui indiquant les différents sites et les différentes circonstances, dans lesquels il doit s'attendre à rencontrer chacune des substances minérales, qu'il a appris à connoître. Il doit aussi être mis à même, par ce traité, de reconnoître, après avoir examiné dans la nature les faits déjà connus, ceux qui s'en écartent sous différents rapports, ainsi que ceux qui doivent faire l'objet d'une observation nouvelle, et peuvent porter quelques traits de lumière sur les faits déjà connus.

Ce traité peut ensuite être abrégé, et même il demande à l'être, pour pouvoir offrir, dans peu d'espace et sous un même point de vue, les caractères essentiels qui distinguent les substances minérales les unes des autres, ainsi que l'ensemble des variétés de chacune d'elles. Le traité complet ayant formé le minéralogiste, cet abrégé est ensuite destiné à venir au secours de sa mémoire, en lui retraçant ceux des principaux faits qui n'y seroient pas présents: ce qui suffit d'ordinaire, pour y rappeler, en même temps, tous ceux qui leur sont subordonnés. Qu'on me permette d'observer ici que, d'après cet exposé de la nature et de l'usage d'un traité quelconque, la méthode généralement observée maintenant à l'égard des différents traités de minéralogie qui ont été donnés, ne me paroit pas répondre à ce que nous avons dit devoir être leur but. Trop limités pour donner à ceux qui les prennent pour guide une connoissance suffisante des substances minérales, ainsi que des divers rôles qu'elles jouent dans la nature, il sont en même temps, ce me semble, trop étendus pour pouvoir être considérés comme étant de simples abrégés. Je dois cependant rendre au *tableau méthodique des espèces minérales* de Mr. Lucas, qui a paru en 1806, la justice qu'il mérite. Cet ouvrage, qui est l'abrégé exact du traité de minéralogie de Mr. l'Abbé Haüy, est parfaitement bien fait, et mérite de servir de

modèle pour les ouvrages de ce genre, par la clarté, et en même temps, par la simplicité avec laquelle l'auteur l'a rédigé.

Dans la plupart des ouvrages de minéralogie qui paroissent aujourd'hui, leurs auteurs croyent devoir se borner presque absolument à la partie descriptive de cette science, ou son *oryctognosie*, et ne s'occuper en rien de celle qui regarde la situation de chacune des substances minérales, par rapport aux différentes masses dont le globe est composé, le rôle qu'elles y jouent, les rapports, soit d'origine, soit de formation, qu'elles ont les unes avec les autres, ainsi qu'avec les grandes masses qui les renferment, et les effets que le temps et diverses autres causes particulières peuvent avoir opérés sur elles: partie connue sous le nom de *géologie*. Il résulte de là, que ces ouvrages, ne donnant qu'une connoissance légère et très-vague des faits géologiques, se refusent à l'utilité dont ils pourroient être à cette intéressante partie de l'histoire naturelle des minéraux, qui devient alors celle de notre globle, ou du moins de sa surface. La géologie, telle qu'elle est aujourd'hui, et telle qu'elle doit être encore quelque temps, est le rassemblement d'un grand nombre de faits locaux et particuliers, qui doivent être un jour la base d'une théorie générale, mais sur lesquels il est encore impossible de l'établir. Nombre de ces faits nous paroissent encore en contradiction les uns avec les autres, parce que nos données ne sont pas suffisantes pour pouvoir faire disparoître ces contradictions apparentes: nous n'en avons pas assez, non plus, sur les caractères certains qui doivent servir de guide, dans la détermination de l'ordre respectif que ces faits doivent avoir entre eux. Cet ordre est-il général, ou, dès l'origine, a-t-il varié? plusieurs de ces faits ne sont plus aujourd'hui dans leur situation première: il nous manque, pour les reporter à leur véritable place, la possibilité de calculer les effets de ces déplacements, par la connoissance des différentes causes qui ont pu les produire, et de la manière dont elles ont agi. Nous avons donc un grand nombre de matériaux appartenant à la géologie, et chaque jour vient ajouter à leur nombre; mais nous n'en avons pas encore assez, ou du moins nos observations sur eux ne sont point

assez réglées, et ne sont ni assez complettes, ni assez circonstanciées, pour pouvoir nous permettre l'établissement de sa théorie. Le concours seul des minéralogistes qui se livrent à son étude, leur accord entre eux, dans leurs observations, dans le mode suivant lequel elles doivent être faites, et dans leur rédaction, peut accélérer de beaucoup le moment où nous serons en état de pouvoir établir cette théorie. Avec quelle satisfaction ne doit donc pas être vu l'établissement de la Société Géologique qui vient de se former à Londres; société dont ces considérations sont la base, dont la position est extrêmement heureuse, et dont les moyens pour l'avenir sont incalculables.* Nos efforts, à l'égard de la géologie, doivent donc se porter, dans ce moment, vers la collection du plus grand nombre de faits possible. Dans ce cas, le minéralogiste qui néglige, en parlant de chaque substance, de rapporter les principaux faits géologiques dont son observation, ou celles bien vérifiées faites par les autres, lui ont fait connoître l'existence, ne refuse-t-il pas de co-opérer lui même à avancer l'époque où l'étude géologique du globe parfaitement faite completteroit les traités de minéralogie, qui se diviseroient alors naturellement en deux parties, l'une ayant simplement trait à l'étude oryctognosique des minéraux, et l'autre à leur étude géologique? L'époque actuelle est bien faite pour donner de l'activité à son zèle sur ce sujet, et l'engager à réunir ses moyens à ceux, si puissants et si satisfaisants, que la géologie reçoit journellement des savants célèbres, qui tournent maintenant vers cet objet le perfectionnement des connoissances qui nous sont données par la phisique, la conchiologie, l'anatomie comparée et même la botanique. L'oryctognosie n'est d'ailleurs que l'étude des principes élémentaires destinés à la conception des faits géologiques: c'est la grammaire raisonnée de la langue

* A peine cette société, dont la première séance date au plus de six mois, est-elle établie, et déjà un nombre tres-considérable de savants, dans toutes les parties des sciences, se comptent parmi ses membres. Un zèle dirigé à la fois par l'amour des sciences et par ce sentiment patriotique profond, quidistingue si éminemment le caractère Anglois, les a rassemblés. Ce même zèle est le garant de leur travaux: que ne doit donc pas en attendre la science qui en est l'objet?

minéralogique de la nature. N'est-ce pas en outre se borner à une étude bien aride et bien limitée, malgré les difficultés qu'elle présente, que de se contenter de décrire toujours les principes d'une langue, sans chercher à faire l'application de ces principes à l'usage de la langue même ? il est donc, d'après ce qui vient d'être dit, essentiel aussi, que le minéralogiste s'applique à donner toujours, autant qu'il lui est possible, les différentes localités des substances dont il parle, ainsi que celles qui peuvent être particulières à quelques-unes de leurs variétés: (le traité de minéralogie donné, en 1807, par Mr. Brongniart, est extrêmement précieux dans ce genre, par les détails très-considérables que l'auteur y a rassemblées sur les localités des divers minéraux); mais on ne peut trop recommender l'exactitude qui doit y être apportée.

C'est d'après ces considérations que jai envisagé, dans ce traité, les substances, minérales à la fois sous tous les caractères propres à les déterminer, ainsi que sous tous ceux propres à faire connoître les rapports généraux qui les unissent à la masse totale de la nature et le rôle que chacune de ces substances y joue, d'après les diverses variétés qu'elle présente.

Les deux volumes de discours qui paroissent dans ce moment, étant les deux premiers d'un ouvrage qui doit être considéré comme un traité de minéralogie, aussi complet que nos connoissances actuelles peuvent le comporter, j'ai cru devoir placer à la tête du premier volume, une introduction qui expliquât la nature et l'emploi des caractères extérieurs, dans l'étude des substances minérales, ainsi que ce qui concerne celles de ces substances considérées jusqu'ici comme étant, soit principes, soit élémentaires: ce qui étoit d'autant plus nécessaire que mon opinion diffère souvent, à ce sujet, de celle qui est généralement adoptée. J'ai divisé les caractères spécifiques des substances minérales, en caractères essentiels et en caractères eventuels ou accidentels; parce qu'en effet plusieurs sont essentiels aux substances qui les montrent, et qu'elles ne peuvent en être privées, sans changer totalement de nature; tandis que, quelquefois, les mêmes substances en montrent en même temps d'autres qui,

quoique les accompagnant le plus communément, ne leur sont nullement essentiels, et peuvent varier considérablement, et même manquer tout-à-fait, sans indiquer pour cela aucun changement quelconque dans la nature de ces substances, dans lesquelles ils ne font que caractériser une variété. Ces derniers caractères peuvent souvent être employés à la détermination des substances, comme compléments des premiers; mais il est très-essentiel de les en distinguer, si l'on ne veut pas être exposé à considérer, comme nouvelles, des substances qui ne sont que de simples variétés de celles déjà connues.

Ayant été conduit, par l'observation et la réflexion, à adopter à l'égard des substances, considérées comme élémentaires, une manière de penser qui souvent diffère totalement de celle qu'on a cru devoir admettre jusqu'ici, il étoit nécessaire, pour que je pusse être entendu, dans le cours de cet ouvrage, que j'y établisse clairement mon opinion à ce sujet. Cette opinion me faisant d'ailleurs considérer le calorique, le fluide de la lumière et ceux électriques et magnétiques, comme jouissant, très-probablement, de la propriété de pouvoir se combiner avec toutes les substances de la nature, et particulièrement avec celles minérales, j'ai dû exposer mon opinion, ainsi que les raisons et les faits sur lesquels elle est appuyée, en empruntant ces quatre fluides de la phisique, pour leur faire tenir dans la minéralogie la place que je crois qu'ils y doivent occuper. Dans la partie de cette introduction qui a trait à ces fluides, je ne me suis occupé que de ce qui peut concerner leur nature, et je n'ai touché en rien à ce qui regarde les loix auxquelles on a reconnu qu'ils étoient soumis, et qui ont été si ingénieusement établies et calculées par les savants qui en ont fait l'objet de leur étude: Ces détails m'eussent sorti entièrement des bornes fixées à cet ouvrage. Je crois cependant que la minéralogie pourroit retirer un très-grand avantage de l'application de ces loix, à ceux de ces faits qui la concernent, et qui en sont susceptibles.

J'ai terminé cette introduction, par quelques observations sur la nomenclature minéralogique. Il me paroit que l'on se permet beau-

coup trop aujourdhui d'enlever aux substances les anciens noms sous lesquels elles étoient précédemment connues, et cela sans aucune raison valable, et pour les remplacer bien souvent par d'autres noms qu'on veut rendre significatifs, et qui par cela seul valent fréquemment beaucoup moins. Ces nouveaux noms surchargent très-inutilement la mémoire, dans laquelle les anciens noms doivent en outre restér placés, pour l'intelligence des ouvrages qui ont précédé ceux qui paroissent aujourd'hui: il répandent fréquemment de l'incertitude et de l'obscurité dans la science; et enlèvent à la personne à laquelle est due la connoissance et la première dénomination de la substance, une propriété qui doit toujours être respectée. Je reconnois cependant la nécessité de changer le nom des substances, lorsque leur auteur, ayant voulu leur donner une expression significative, leur a fait désigner une qualité fausse, pour la substance à laquelle ils l'ont appliquée, tel est par exemple, le nom de schorl-béril, donné à une substance tout-à-fait étrangère au schorl et au béril; tel est aussi celui de smaragdite, par lequel on a designé une substance qui n'a aucun rapport avec le smaragd, ancien nom donné à l'éméraude; mais ce cas est le seul dans lequel je pense qu'on puisse se permettre de changer le nom des substances.

Je me suis conformé, dans cet ouvrage, à la nomenclature adoptée dans ce moment: ainsi dans les pierres simples, ou celles dans la composition desquelles il n'entre qu'une seule terre et un seul acide, je dsigne ces pierres par l'expression composée des noms de l'acide et de la terre qui forment la substance, par leur combinaison. J'avoue que j'aurois cependant beaucoup desiré que, lorsque cette nomenclature, qu'on a rendu dépendante du système de la chimie, et qui seroit exposée à varier avec lui, a été faite, on eût ajouté à l'expression composée qui désignoit la nature de la substance, un substantif quelconque insignifiant par lui-même, dont on eût fait alors son nom-propre. Ces noms beaucoup plus courts que les expressions composées descriptives, qui quelquefois sont fort longues, rempliroient infiniment mieux le but auquel devroit tendre toute nomenclature, qui est de rendre les descriptions les plus simples

et les plus courtes qu'il soit possible. D'un autre côté cependant, il étoit nécessaire en effet, de changer les anciennes dénominations de spath calcaire, de spath fluor, &c. qui avoient le même inconvénient d'être des expressions composées, et qui sembloient en même temps comprendre sous un genre commun, différentes substances qui avoient un rapport direct entre elles, désigné par l'expression de spath, et se divisoient en plusieurs espèces. Le défaut dont je viens de parler dans la nomenclature actuelle, s'est fait sentir à moi dès les premières lignes de cet ouvrage. La chaux carbonatée se divisant en deux espèces entièrement différentes l'une de l'autre, et une seule de ces deux espèces possédant un nom substantif propre à la désigner, celui d'arragonite, comme je ne me croyois pas en droit de changer une nomenclature presque généralement adoptée aujourd'hui dans toute l'Europe, je me suis trouvé réduit à me servir du caractère de la cassure pour distinguer ces deux espèces différentes, en désignant l'une d'elles, par la phrase de *chaux carbonatée à cassure lamelleuse*, et l'autre, par celle de *chaux carbonatée à cassure vitreuse*. On voit à l'instant combien ces deux longues phrases doivent être désagréables dans les descriptions dans lesquelles elles peuvent entrer; mais on le sentira bien davantage encore si, voulant désigner d'une manière précise une des variétés de la première de ces deux substances, telle que, par exemple, celle compacte, on se trouve forcé de dire, *chaux carbonatée à cassure lamelleuse compacte*, expression qui représente deux manières d'être opposées. Cet inconvénient, qui est capital, ne se fût pas présenté, si on avoit donné à la chaux carbonatée lamelleuse un nom propre tel, par exemple, qu'eût été celui de *calcarine*, ou tout autre: alors la chaux carbonatée auroit été divisée en deux espèces, *calcarine et arragonite*, l'une ayant pour expression descriptive, chaux carbonatée à cassure lamelleuse, et l'autre, chaux carbonatée à cassure vitreuse. Quoique les autres substances appartenant à la même classe des pierres, qui ont la terre calcaire pour base, telles que, par exemple, la chaux fluatée, ne présentent, dans ce moment, pour aucune d'elles, aucune cause de sous-division en différentes espèces, je crois qu'il eût été de même très-

utile de donner à chacune d'elles, en outre de l'expression désignant sa nature, un nom propre, tel que, par exemple, pour la chaux fluatée, celui simplement de fluor, fluorine ou fluorite, ou tout autre nom substantif quelconque. Ces noms eussent été beaucoup plus simples, et la nomenclature eût été beaucoup plus méthodique : on ne peut prévoir d'ailleurs, quant à la sous-division en espèces différentes, ce qui peut arriver. Je n'ai pas cru, je le repète, pouvoir m'arroger le droit de changer une nomenclature généralement adoptée ; cependant je dois avouer, que j'éprouve quelques regrets de ne l'avoir pas fait.

Une fois un nom substantif adopté, comme nom propre, dans chaque substance, le reste de la nomenclature est très-facile, par la modification de ce nom substantif par un adjectif qui désigne la qualité qui constitue sa variété, tel que calcarine compacte, calcarine globulaire, calcarine fibreuse, &c. il seroit beaucoup trop fatiguant pour la mémoire, de donner aussi un nom propre à chacune de ces variétés; mais lorsque l'usage a consacré, à quelques-unes d'elles, des noms particuliers, tel que ceux de marne, oolite, pysolite, tuf, dans la chaux carbonatée, il faut les conserver précieusement. C'est d'après ces considerations que, dans les descriptions que j'ai données des variétés de la chaux carbonatée, je me suis servi indifféremment, soit de l'expression explicative, soit de celle que l'usage a consacré à ces variétés. Dans les descriptions des autres substances, je conserverai, autant qu'il me sera possible, les anciennes dénominations, lors surtout qu'elles seront de nature à ne pouvoir faire naître aucune erreur.

La dernière partie du premier volume est tout entière occupée par l'étude de la chaux carbonatée à cassure lamelleuse. Après avoir fait connoître cette substance par ses caractères tant essentiels qu'éventuels, j'ai cru, avant de passer à la description de ses variétés, devoir placer un tableau de ces mêmes variétés classées méthodiquement. Ces tableaux, qui sont des abrégés très-succincts des substances auxquelles ils ont trait, ont le grand avantage de montrer, sous un même coup d'œil, toutes les variétés connues dans chacune d'elles

Ils sont en outre d'une très-grande utilité, dans l'arrangement et la classification d'un cabinet et, lorsqu'il est classé, et que son propriétaire désire le completter, ils font beaucoup plus facilement appercevoir les lacunes qui peuvent s'y rencontrer, et par conséquent les morceaux sur lesquels doivent porter principalement ses recherches. Je suivrai cette même méthode, dans la description de toutes les autres substances minérales. Dans la partie descriptive qui suit, et dont l'ensemble forme l'étude complette de la chaux carbonatée, j'ai repris ces mêmes variétés les unes après les autres, et fait séparément l'étude de chacune d'elles, tant à l'égard de ce qui peut concerner sa situation, qu'à celui du rôle qu'elle joue, parmi les autres substances qui entrent avec elle dans la composition de la partie solide de notre globe. Cette étude tient une place considérable dans cet ouvrage; mais aussi les variétés de cette substance, ainsi que les faits particuliers qu'elle présente, sont immenses, et l'on doit en être peu étonné, lorsqu'on se représente qu'elle constitue à elle seule une partie très-considérable de la charpente de notre globe, et est fréquemment mélangée dans les autres : son étude doit par conséquent être considérée comme une des plus importantes de la géologie. Je ne me flatte pas d'avoir épuisé la masse des faits intéressants que cette substance présente: on peut sans-doute y ajouter encore, et le temps et l'expérience y en ajoutera certainement beaucoup d'autres. J'ai employé tous mes soins à ne laisser ignorer à mes lecteurs aucun de ceux intéressants qui sont connus dans ce moment, et il en trouvera un grand nombre, parmi eux, qui appartiennent à mes observations particulières. Après avoir cherché à lui faire connoître et parfaitement concevoir, toutes les fois que je l'ai pu, les différentes causes qui ont déterminé la formation des substances, et cette formation elle-même, je voyage, pour ainsi dire, avec lui, dans les différents endroits qui peuvent nous mettre à même d'appliquer à la nature nos observations. J'en agirai de même à l'égard de toutes les autres substances, et ne négligerai rien pour remplir le but que je me suis proposé, en entreprenant cet ouvrage, qui est de faire connoître complettement, au minéralogiste qui prendra

ce traité pour guide, tout ce qui peut concerner les substances minérales, de le mettre à même de les reconnoître partout où il pourra les rencontrer, et, lorsqu'il voudra mettre cette étude en action et observer lui-même, d'écarter autant qu'il m'est possible de sa route le nombre des difficultés qui pourroient la retarder.

La place naturelle des variétés de forme qui appartiennent à la chaux carbonatée à cassure lamelleuse, étoit à l'article qui concerne la cristallisation de cette substance; mais l'espace, pris par les détails qui concernent ces variétés, étoit trop considérable, et auroit occasionné une interruption trop longue, dans l'ensemble des détails qui appartiennent à l'étude générale de cette substance; j'ai d'après cela préféré de les renvoyer à la suite de ces mêmes détails qui terminent le premier volume: ils commencent en conséquence le second.

On sera sans-doute fort surpris de trouver, dans le tableau des variétés de cette substance, comme appartenant à une d'elles, *la chaux carbonatée des coquilles:* on verra, dans les détails qui appartiennent à l'étude de cette variété, et qui terminent celle de la chaux carbonatée à cassure lamelleuse, les raisons qui m'ont déterminé à considérer les coquilles sous ce rapport; et peut-être les minéralogistes, frappés, ainsi que je l'ai été, par l'étude des faits sur lesquels cette réunion est appuyée, finiront-ils par l'approuver, quelqu'étonnante qu'elle puisse leur paroître au premier aspect.

On ne sera pas moins surpris aussi, j'imagine, de tous les détails qui concernent la cristallisation de la chaux carbonatée, et peut-être même en sera-t-on effrayé. 616 varietés de formes parfaitement distinctes, et appartenant à 59 modifications différentes, en y comprenant les trois que je n'ai citées que d'après l'autorité de Mr. l'Abbé Haüy, quel immense nombre de cristaux en effet! Un simple groupe appartenant à chacune de ces variétés pourroit suffire dira-t-on, pour former un cabinet; et cependant il est très-probable que l'auteur n'a pas tout vu. Cela est très-vrai, et moi-même, au moment d'entreprendre cet ouvrage, j'en ai été effrayé; mais enfin le fait existe, il falloit le faire connoître et, je dirai même plus, sans

cette connoissance l'étude de cette substance seroit toujours resté incomplette.

Peut-être même que ce nombre immense de cristaux, dans une seule substance, fera sur quelques personnes une impression défavorable à la cristallographie, et totalement contraire au but de cet ouvrage. A quoi bon, dira-t-on peut-être, s'attacher à connoître cette quantité immense de cristaux ? Ne suffit-il pas de reconnoître que la chaux carbonatée cristallise, et que son cristal primitif est un rhomboïde ayant 101°, 32′ et 78°, 28′, pour mesure des angles de ses plans ; le reste n'est-il pas une abondance de richesses, qu'on doive considérer comme un véritable superflu ? Et en quoi, d'ailleurs, l'étude de toutes ces variétés différentes peut-elle être utile à la minéralogie ? Je vais chercher à répondre à cette objection. Si la multiplicité des objets de détail que peut présenter chacune des differentes parties des sciences dont on s'occupe, ainsi que les soudivisions même de ces parties, arrêtoient l'observateur, et le déterminoient à rejetter ces détails, pour se borner à la simple connoissance des faits principaux, l'étude de la botanique, de la conchiologie, et de l'antomologie, &c. auroit été restreinte à un fort petit nombre de faits : l'astronomie, par exemple, après avoir divisé les étoiles fixes en étoiles de différentes grandeurs, &c. ne s'occuperoit plus, ni de chercher à s'assurer de leur nombre, ni de les rassembler en constellations particulières, et nous ignorerions encore la plus grande partie des richesses de la nature, ainsi que la variété étonnante qui existe dans ses productions : variété aussi admirable que la simplicité des moyens apparents qui y président. Parmi celles de ces variétés qui se présentent à nos regards, ainsi qu'à nos observations, beaucoup nous paroissent être accidentelles ; mais cette expression n'est, pour l'ordinaire, qu'un voile avec lequel nous cherchons à couvrir notre ignorance : il existe sans-doute quelques effets dont les causes peuvent être accidentelles ; mais un beaucoup plus grand nombre de ces mêmes effets, soumis à des causes, ainsi qu'à des loix, que nous ignorons, n'ont que cette seule raison pour être considérés comme accidentels. Dans le fait qui nous occupe,

par exemple, il est bien certain qu'il existe une cause qui fait que, tandis qu'une substance, telle que la chaux carbonatée, est sujette à prendre un nombre très-considérable de formes différentes, une autre, telle que le quartz, qui n'est guère moins abondante qu'elle, dans la nature, et est peut être encore plus sujette à se montrer dans des circonstances et des situations différentes, varie au contraire infiniment peu dans la sienne. Il est d'autres causes aussi qui font que, dans les cristaux de presque toutes les substance minérales, telle variété semble avoir une existence presque exclusive à tel canton, ou même bien souvent à tel filon, et d'autresfois aussi, dépendre en apparence de quelques circonstances particulières. L'étude de ces causes qui, bien certainement, ont un rapport plus ou moins direct avec la substance sur laquelle elles agissent, et qui en ont peut être en même temps d'autres plus directs encore avec quelques-uns des grands et principaux agents de la nature, que nous ignorons ou que nous ne connoissons encore que très-imparfaitement, est extrêmement importante. Dans l'état actuel des choses, quel autre moyen pouvons-nous avoir de remonter à ces causes, que celui de nous occuper fortement, et peut-être longtemps, de leurs effets, dont alors les moindres détails peuvent être précieux? Nous ne faisons encore qu'entrevoir les faits cristallographiques, et nous avons à peine fait les premiers pas, dans la nouvelle route qu'ils tracent devant nous; qui peut prévoir où cette route nous conduira: il ne faut donc rien négliger de ce qui peut y affermir et assurer notre marche.

Quant aux difficultés, j'avoue que l'étude de la partie cristallisée de la chaux carbonatée m'en a donné beaucoup; mais je crois être parvenu à les faire, en plus grande partie, disparoître de l'étude de ceux qui s'y livreront après moi. Ces difficultés ont été en effet très-considérables. Cette quantité immense de cristaux à reconnoître et à placer, chacun d'eux à la place qui lui appartenoit; le calcul de tout ce qui pouvoit avoir trait à chacune des modifications à établir; les cristaux de toutes les variétés à dessiner, et cela, absolument seul, sans le secours ni les conseils de personne; j'avoue que

j'ai quelquefois regretté, d'en avoir fait l'entreprise, et que j'ai été plus d'une fois tenté d'y renoncer; cependant l'amour de la science me ramenoit bientôt à elle. Une des plus grandes difficultés que j'aie eu à vaincre, a été dans le dessein des cristaux, dont la plûpart renferment un nombre considérable de faces, et surtout dans la manière de rendre les figures propres à bien faire saisir toutes ces faces et leur rapport entre elles. J'ai envié bien souvent l'avantage inappréciable qu'a rencontré Mr. l'Abbé Haüy, et dont il fait un si noble aveu, dans la préface de son ouvrage, de trouver, parmi messieurs les ingénieurs des mines de France dont il étoit entouré, des personnes remplies de talents, qui ont porté, dans cette partie de son ouvrage, une perfection digne de l'ouvrage lui-même et inconnue jusque là. Dans le dessein de ces cristaux, j'ai toujours placé mes yeux dans une situation élevée par rapport au cristal, et de manière à voir une partie de la pyramide. J'ai réussi, sur un grand nombre, au delà même de l'espoir que j'en avois; mais il s'en faut de beaucoup que tous m'aient apporté la même satisfaction: ce dont, toutefois, le lecteur peutêtre parfaitement assuré, c'est du soin que j'y ai mis: s'il pouvoit être satisfait du succès, j'en serois amplement dédommagé.

Afin de rendre à l'observateur, la comparaison plus facile, entre un cristal qu'il a entre les mains et ceux renfermés dans les planches, j'ai placé, sur chacune des faces des cristaux, le numéro de la modification à laquelle cette face appartient: par là, le cristal porte lui-même une description complette de tout ce qui le concerne, et j'ai pu éviter celles toujours fastidieuses, et souvent même fort longues, qui ont les cristaux pour objet. Je me suis, en conséquence, contenté de donner l'histoire de chacune des modifications, c'est-à-dire, de ce qu'il y a de plus intéressant à connoître, dans chacune d'elles, ainsi que la localité, lorsque cela m'étoit possible, de chacun des cristaux dont ces différentes modifications sont composées, et il en est peu à l'égard desquelles je n'aie pu le faire. Cette partie de ce qui concerne la chaux carbonatée, est infiniment intéressante à l'étude de sa cristallisation, et j'engage fortement le minéralogiste qui se livre à celle

de la cristallographie, à ne pas en négilger la lecture. La manière dont les plans qui appartiennent aux diverses modifications se combinent entre eux, dans les cristaux, faisant que, parmi ceux qui sont placés dans les diverses modifications, plusieurs renferment en outre les plans de quelques-unes des autres; pour mettre dans le cas de trouver plus facilement, et plus surement, parmi ce grand nombre de cristaux, celui qui peut répondre à un cristal quelconque de cette substance qu'on a entre les mains, j'ai placé à la suite de cette partie une table qui indique, dans chaque modification, le numéro des figures qui en renferment les plans: de sorte que, si le cristal que l'on examine renferme, par exemple, soit les plans du rhomboïde primitif, soit ceux du rhomboïde de la 4me modification, la table, étant consultée, indique tous les cristaux sur lesquels sont placés les plans de chacun de ces deux rhomboïdes. J'ai cru devoir ajouter aussi, à la suite de cette même partie, un tableau du nombre des cristaux qui appartiennent aux diverses combinaisons des plans de deux, trois, &c. modifications différentes. Ces tableaux qui ont le grand avantage de faire embrasser, d'un seul coup d'œil, tous les faits connus, dans chacun des rapports sous lesquels on considère les substances, sont toujours d'une grande utilité; mais j'ai commis dans celui-ci une faute de distraction qu'il est nécessaire de rectifier. Après avoir défalqué, des 710 cristaux représentés dans les planches, ceux qui n'appartiennent qu'à des accroissements plus ou moins considérables de quelques-unes de leurs faces, ainsi que ceux qui appartiennent à des modifications que j'ai représentées sous le cristal complet, quoique je ne les aie pas encore trouvées sous cet état, afin d'avoir le total des variétés parfaitement distinctes et caractérisées, j'ai oublié de faire la même défalcation aux différentes sommes particulieres des cristaux qui appartiennent aux diverses combinaisons. Cette défalcation eût été de 48 cristaux, pour les combinaisons doubles, de 26, pour celles triples, de 8, pour celles quadruples, et enfin d'une, pour celles quintuples. Alors, au lieu d'avoir 174 cristaux, dans les combinaisons des plans de deux modifications, 188, dans celles de trois,

150, dans celles de quatre, et 20, dans celles de cinq, ces différents nombres doivent être réduits à 126, 162, 142 et 19.

Comme les figures des cristaux ont pour usage principal la comparaison qu'on fait avec elles des cristaux qu'on veut déterminer, il est nécessaire que ces figures frappent fortement et distinctement les yeux de l'observateur, sans exiger une trop grande action de son attention, afin qu'il puisse saisir facilement et à une distance pas trop rapprochée, tous leurs détails. J'ai demandé, en conséquence, au graveur, de ne pas employer, dans les lignes qui les forment, la finesse que l'on donne aujourd'hui aux gravures de ce genre ; et c'est par suite de la même raison, que j'ai fait donner plus de force aux lignes qui terminent les cristaux, du côté où seroit placée l'ombre, s'ils étoient ombrés.

La quantité immense des variétés de formes de la chaux carbonatée à cassure lamelleuse, qui est près de neuf fois plus considérable qui le nombre de celles données par Mr. l'Abbé Haüy, le savant auquel sont dues les observations les plus récentes à cet égard, et auquel en même temps la cristallographie a l'obligation de ses derniers progrès, étonnera peut-être, même au point de faire naître l'incrédulité à leur sujet. Cette crainte m'a déterminé à citer, à la suite de la localité de chaque cristal, ceux qui, parmi les variétés les plus rares et les plus propres à faire naître le doute, sont en ma possession. Je possède, soit en petits groupes, soit, pour le plus grand nombre, en cristaux isolés, plus de deux tiers de ceux que j'ai représentés, et je puis donner des renseignements satisfaisants sur les cabinets dans lesquels peut être placée la plus grande partie de ceux que je n'ai pas. Il sera donc toujours possible au minéralogiste qui désirera vérifier l'existence des cristaux sur lesquels il pourroit avoir quelque doute, de le faire ; et, dans tous les temps, j'aurai un grand plaisir à répondre à ses desirs, tant à ce sujet, qu'à l'égard de tout autre, soit cristallographique, soit simplement minéralogique. Quant aux circonstances qui ont pu me mettre à même d'observer cette immense quantité de variétés, j'ai déja dit qu'elles avoient été très-favorables, et peut être même uniques, et il en est à l'égard des

cristaux des substances à peu près de même que dans la chaux carbonatée. Quant à ces derniers, dès les premièrs instants que je me suis livré à l'étude de la cristallographie, j'ai été frappé de la grande quantité de variétés que présentoient les cristaux de chaux carbonatée, dont j'avois rassemblé une collection très-considérable. N'ayant alors aucun projet d'être jamais auteur, je me bornai à servir utilement la science, en faisant passer à Romé de Lisle toutes mes observations cristallographiques, à mesure que je les faisois. J'avois donc déjà beaucoup observé, à cet égard, et ayant pu, lorsque la révolution m'a fait fuir la France, emporter avec moi les modeles en bois de tous les cristaux non décrits que je possédois, tout, à cet égard, ne fut pas alors perdu pour moi. Mais combien fortement s'est accru le nombre des cristaux que j'avois observés dans cette substance, depuis que j'ai été à même d'y ajouter ceux que fournit l'Angleterre qui, à cet égard, est beaucoup plus riche à elle seule que le reste de l'Europe; et qui, pour la minéralogie en général, est un des pays les plus féconds et peut-être celui qui, sous un même espace, renferme le plus de faits intéressants.

J'ai placé, dans le volume des planches, et directement avant elles, un autre tableau dans lequel, après avoir établi la mesure des angles qui appartiennent à chacune des modifications, dans leur état complet, ainsi que l'indication du mode de cristallisation qui a présidé à leur formation, j'ai placé la mesure des angles d'incidence des plans ou bords des cristaux dûs à ces modifications, sur les plans ou bords de quatre de celles, dont l'observation m'a fait reconnoître que les cristaux qui renferment les plans de plusieurs modifications sont bien rarement privés, modifications que, par cette raison, j'ai nommés *déterminantes*. A l'aide de ce tableau, il sera toujours possible, à l'observateur cristallographe, de vérifier à laquelle des modifications peuvent appartenir les plans d'un cristal, qu'il desire faire l'objet de ses recherches; ce qui lui donnera tous les moyens possibles pour déterminer la variété à laquelle peut appartenir le cristal qu'il examine, quelle que soit la multiplicité de ses plans. J'ai accompagné ce tableau d'une explication,

à l'égard de sa construction et de son usage : j'accompagnerai chaque substance d'un tableau semblable.

La description et l'étude de la seconde espèce de chaux carbonatée, celle à cassure vitreuse ou l'arragonite, vient ensuite. J'ai été assez heureux, dans les morceaux que j'ai pu me procurer de cette substance, pour pouvoir parvenir, par le travail qu'ils m'ont permis de faire sur eux, à ne laisser, je pense, rien à désirer, sur ce qui concerne l'ensemble de ses propriétés minéralogiques. Je souhaiterois bien pouvoir en dire autant, à l'égard des faits chimiques, qui seuls peuvent nous instruire sur sa véritable nature ; faits qui, jusqu'à présent, ont été si éloignés de pouvoir nous rien dire de satisfaisant sur cet objet. Après avoir parcouru l'étude minéralogique de cette substance, il ne restera, j'imagine, aucun doute qu'elle ne soit totalement différente, de la chaux carbonatée à cassure lamelleuse ; mais en quoi peut consister cette différence ? Nous n'avons encore aucune donnée quelconque qui puisse nous laisser entrevoir l'espoir de répondre, d'une manière satisfaisante, à cette question.

Le développement des principes de la cristallisation, avec application de ces mêmes principes à la chaux carbonatée, et quelques autres observations ayant directement trait à cette opération intéressante de la nature, terminent enfin le second volume. Peut-être eût-il été plus régulier que ces mêmes principes eussent, au contraire, commencé le premier volume ; et même ceux de mes lecteurs qui n'auront aucune idée de l'application de cette nouvelle science à l'étude de la minéralogie, feront très-bien, avant d'entreprendre la lecture de la partie de cet ouvrage qui concerne l'étude de la chaux carbonatée, de parcourir les deux premières parties de ces principes, afin d'en avoir du moins une idée. Le désir de placer sous un même point de vue, tout ce qui a trait à la cristallographie, dans ces deux premiers volumes, ainsi que la méthode que j'ai embrassée dans cet ouvrage, ont, pour ainsi dire, marqué la place que ces détails cristallographiques occupent ici. En effet, mon projet étant de ne placer, dans ces deux volumes, que les deux espèces de chaux carbonatée, et les faits qui appartiennent à la cristallisation de ces deux substances

suffisant pour expliquer très-clairement tous ceux qui ont rapport à la cristallisation en général, il entroit dans mon plan, en établissant dans ces mêmes volumes les principes de la cristallographie, de rendre ces principes beaucoup plus faciles à concevoir, par leur application directe aux deux substances dont nous nous occupions. D'un autre côté, si, dans l'application de ces principes, je ne m'étois pas borné à ce qui pouvoit concerner la cristallisation de ces deux substances, et eusse voulu rendre ces applications plus générales, en les étendant sur celles dont la forme du cristal primitif est différente, les mêmes applications auroient portées sur des substances dont nous ne nous occupions en aucune manière dans ce moment, et elles auroient été privées, par là, de tous les moyens nécessaires à leur entier développement, ainsi qu'à leur clarté. Je me suis, d'après cela, déterminé à placer à la fin de chacun des volumes qui paroîtront, l'étude cristalline de chacune des substances renfermées dans le même volume, en y ajoutant les divers développements nécessaires, à mesure que la forme du cristal primitif, venant à changer, l'exigera. Déjà les deux espèces de chaux carbonatées différentes nous montrent, d'une manière assez détaillée et assez claire pour ne laisser place, je pense, à aucune difficulté, la méthode à suivre à l'égard de l'application des principes cristallographiques à tous les rhomboïdes, de même qu'à tous les prismes tétraèdres quelconques, ainsi que les calculs qui sont nécessités par elle. Cette méthode est, en même temps, si simple, et son application si facile, que je suis très-persuadé qu'un grand nombre de mes lecteurs devanceront d'eux mêmes l'époque où les circonstances me fourniront l'occasion de la développer, dans ce qui concerne les autres formes que peuvent présenter les cristaux primitifs des substances minérales.

J'ai divisé les détails qui concernent la cristallisation, en quatre parties. La première a trait à la nature et à la formation des différentes molécules qui entrent dans la composition des substances minérales, ainsi qu'à l'attraction qui réunit ces molécules entre elles. L'attraction, cette loi générale et puissante, à laquelle tous les corps de la nature sont soumis, et que nous ne connoissons encore que par

ses effets, étant la cause directe et principale de la cristallisation, il étoit absolument nécessaire que, pour sentir et concevoir parfaitement tous les faits qui appartiennent à cette dernière, nous nous occupassions avec quelque soin de cette cause première, ainsi que des différentes manières dont elle semble agir. Cependant laissant à part tout ce qui, dans cette loi générale à laquelle la matière est soumise, est totalement et uniquement du ressort de la chimie et de la phisique, je ne me suis occupé d'elle que rélativement aux faits qui concernent, soit la cristallographie, soit la minéralogie. Parmi les faits qui peuvent répandre quelque lumière sur ce moyen puissant et perpétuellement en action, dans lequel l'être suprême semble avoir directement placé la cause de l'invariabilité des formes prises par la matière, parmi ces faits, dis-je, la cristallisation doit bien certainement occuper un des premiers rangs. D'après ce que je viens de dire, je ne considère cette force que rélativement à ses effets dans la cristallisation des substances minérales ; mais, parmi ces effets, on verra que l'observation m'a conduit à en admettre quelques-uns, sur lesquels je crois que l'attention des minéralogistes et des chimistes ne s'est pas suffisamment portée.

Après avoir dirigé notre attention sur les moyens par lesquels la nature prépare et exécute les faits cristallographiques, il étoit intéressant, et même nécessaire, à l'étude de cette opération, de porter ensuite notre attention sur les différents phénomènes qu'elle présente, ainsi que sur les circonstances particulières qui les accompagnent : c'est l'objet de la seconde partie. Les observations qui ont trait à ces différents phénomènes m'ont mis dans le cas de présenter, au lecteur, nombre de faits intéressants propres à répandre un grand jour sur la cristallisation, à développer sa marche, et qui rendent cette opération, une des plus simples de celles de la nature, d'une conception très-facile, et ne cachant, de tout ce qui se passe durant son action, que ce qui concerne la nature même de sa cause première, l'attraction ; mais, dans toutes les connoissances humaines, la cause première est la limite insurmontable qui a été fixée à nos travaux.

J'ai développé, dans la troisième partie, les différentes loix que l'observation à fait reconnoître dependre de la manière suivant laquelle l'attraction agit, dans l'acte de la cristallisation, et la chaux carbonatée, par les faits nombreux qu'elle présente, sert avec un très-grand avantage à la démonstration de ces mêmes loix, par leur application à la cristallisation de cette substance. Cette partie laissoit à l'observation bien peu de chose à faire, par la manière ingénieuse, claire et détaillée, avec laquelle elle a été traitée par Mr. l'Abbé Haüy, auquel est due la découverte de ces loix, et l'établissement de leur marche. Il restoit cependant encore à déterminer, pourquoi ces loix n'agissent pas d'une manière constante et uniforme, dans la cristallisation des mêmes substances, et quelles pouvoient être les causes qui pouvoient les faire varier. Le rôle que j'ai cru reconnoître que remplissoient, dans la formation des substances minérales, les fluides élémentaires, tels que le calorique, le fluide de la lumière, celui de l'électricité, celui du magnétisme, et même l'eau, m'a paru propre à répandre quelque jour sur cette cause si cachée, et en même temps si active et si variable, des modifications que semblent éprouver ces loix, et d'après lesquelles les cristaux, et plus particulièrement ceux de certaines substances que ceux d'autres, varient si considérablement dans leur forme. Quoiqu'il ne me reste aucun doute, que la cause à laquelle j'ai cru devoir attribuer cette variation, ne soit en effet celle à laquelle elle est due, je n'ai cependant fait que l'indiquer; parce que, ne pouvant venir à son appui par l'expérience, sa place reste encore fixée dans le domaine seul de l'opinion. Je crois toutefois que cette opinion mérite d'être considérée avec quelque soin par les savants qui, placés plus avantageusement que je ne le suis, à l'égard de la fortune, peuvent employer le temps et l'expérience, à sa démonstration ou à son renversement.

Dans la quatrième partie enfin, les loix auxquelles l'attraction est soumise, dans la formation des variétés différentes que présentent les cristaux de la chaux carbonatée, sont déterminées par le calcul, qui fixe en même temps, avec exactitude, la mesure des différents angles de ces mêmes cristaux, et la méthode à suivre dans l'appli-

cation de ce calcul, toutes les fois que les circonstances peuvent être semblables. Cette détermination, par le calcul, des principaux angles des cristaux, avoit déja fait l'objet d'une partie du travail donné par Mr. l'Abbé Haüy, dans son traité de minéralogie, et il n'étoit bien certainement pas possible de rien ajouter à la clarté, non plus qu'à l'exactitude de sa méthode; mais il étoit parvenu à cette détermination par le calcul algébrique et ses formules, et je me suis apperçu, depuis longtemps, que ce genre de calcul n'est etendu que par un bien petit nombre des personnes qui se livrent à l'étude de la minéralogie, et qu'il empèchoit les autres d'étudier la cristallographie, et même les en écartoient, en les indisposant contre la science elle-même. J'avois, en conséquence, conçu le projet de donner l'application du calcul aux loix de la cristallisation, dans la détermination des cristaux, par la trigonométrie rectiligne et le calcul simple dépouillé de toute formule algébrique, avant même que la pensée de l'ouvrage qui m'occupe maintenant se fût présentée à moi: c'est ce que j'exécute aujourd'hui dans cette quatrième partie. Un des principaux obstacles qui s'opposent à la prompte intelligence de cette application du calcul aux loix de la cristallisation, est la difficulté que beaucoup de personnes éprouvent, à se représenter la manière dont tous les plans qui composent un même cristal se rencontrent entre eux, dans la formation, soit des angles, soit des bords du cristal, principalement lorsque l'on est dans le cas de considérer ces plans d'une manière isolée, et séparés du cristal auquel ils appartiennent. Ces mêmes personnes ne rencontrent pas moins de difficulté à concevoir la manière dont se rencontreroient entre eux tels de ces plans qui seroient prolongés, les rapports que viendroient acquérir avec eux les nouveaux plans qui viendroient se placer sur les cristaux, et enfin la nature des coupes auxquelles les cristaux doivent être fréquemment soumis, pour qu'on puisse asseoir sur elles le calcul de détermination, ainsi que la nature des plans produits par elles. Il faut en même temps avouer que, dans les traités de géométrie, celle de leurs parties qui concerne les plans, leurs intersections et leur rencontre entre

eux, est si peu développée, qu'elle ne peut être consultée avec un grand avantage, dans la plupart des faits cristallographiques. Je m'appliquerai, en conséquence, à faire sentir, d'une manière claire et facile, tout ce qui a trait à cet objet, à mesure que je m'occuperai des détails cristallographiques qui appartiennent aux différentes substanees minérales, ainsi que je l'ai fait à l'égard de la chaux carbonatée.

Afin de ne rien laisser à désirer, dans tout ce qui concerne l'application du calcul à la chaux carbonatée, et d'enlever aux personnes qui se livrent à l'étude de la cristallographie, les moindres difficultés qui pourroient les arrêter, j'ai donné un exemple de cette application, dans chacune des séries différentes des modifications de cette substance, et j'ai détaillé, dans chacun de ces exemples, et de la manière la plus exacte et en même temps la plus simple, la marche à tenir dans chacune des parties de ce calcul, en les exécutant moi-même avec la personne qui est supposée s'en occuper, et en ne procédant à aucun de ces calculs, sans établir la raison qui m'y détermine. On pourra peut être même trouver que je suis entré dans de trop grands détails à cet égard; mais qu'on se représente que le but principal qui me dirige, dans cet ouvrage, est d'être aussi utile qu'il m'est possible. Je n'ai point donné ces détails pour les personnes qui, connoissant déja la cristallographie, et étant en même temps géomètres, saisiront les différentes marches de la méthode au premier apperçu, et lui feront peut-être même éprouver les différentes abbréviations dont elle pourroit être susceptible: je ne les ai donnés que pour les personnes qui ne s'étant point encore livrées à l'étude de cette science, et ne faisant pas un usage habituel de l'application du calcul à la géométrie, demandent à être dirigées dans cette application, et surtout à être encouragées par la facilité avec laquelle elle se présente à elles. Il importe fortement à la science de faire un grand nombre de prosélytes, la diriger vers cet objet est le moyen le plus sûr de préparer et de contribuer à ses progrès: c'est d'après cette considération que jai cherché, s'il ne me seroit pas possible de trouver un moyen qui pût faire disparoître,

ou du moins qui pût diminuer considérablement, les différents tâtonnements auxquels on est fréquemment exposé, lorsque l'on a à déterminer la nature exacte du reculement des lames cristallines qui peut produire telle ou telle modification. Je crois avoir réussi, à cet égard, aussi complettement que je le désirois, par l'établissement des tableaux dont j'ai donné la construction, ainsi que par le rapporteur à rayon mobile qui leur est annexé, et dont j'ai donné aussi la description.

La partie de l'application du calcul à la détermination des modifications du cristal primitif de la chaux carbonatée à cassure lamelleuse, est suivie de l'exposition d'un fait particulier et extrêmement intéressant de cristallisation, sur lequel aucuns des auteurs qui jusqu'ici se sont occupés de cette science, n'ont encore porté leur attention, mais que cependant l'examen des cristaux des differentes substances minérales donne fréquemment l'occasion d'observer. Ce fait est la propriété que possèdent des cristaux secondaires, déja formés, de devenir eux-mêmes, ainsi que l'avoit fait le cristal primitif qui leur sert de noyau, de nouveaux centres d'attraction, pour la matière cristalline qui vient postérieurement se précipiter, et par le moyen de laquelle ces cristaux continuent alors leur accroissement, soit en conservant la même forme, soit en prenant une forme différente, qui est toujours une de celles auxquelles leur cristal primitif est soumis. Je suis entré, sur ce sujet, dans des details que j'ai appuyés de nombre d'exemples choisis parmi les cristaux qui appartiennent à la chaux carbonatée, et que je crois suffisants pour faire sentir la vérité du fait qu'ils servent à démontrer, ainsi que pour faire suivre la marche de la cristallisation, sous ce nouveau mode; et j'espère qu'il ne restera aucun doute sur ce sujet. Dans le plus grand nombre des cas sous lesquels ce fait particulier se présente, les nouvelles molécules cristallines qui se superposent sur les faces d'un cristal secondaire déja formé, paroissent être absolument semblables à celles qui se placent sur les faces du cristal primitif, dans le mode de cristallisation ordinaire; mais il existe beaucoup de cas, dans lesquels ces molécules sont déja elles-mêmes de petits cristaux secon-

daires, semblables à celui dont elles viennent augmenter le volume: la chaux carbonatée en montre souvent des exemples; mais une des substances qui fournit ceux les plus frappants, est la chaux fluatée, ainsi qu'on pourra l'observer dans le volume prochain, de la rédaction duquel je m'occupe dans ce moment.

Dans la partie suivante, qui concerne l'application du calcul à la cristallisation de l'arragonite, j'ai profité de la circonstance qui m'a été offerte par cette substance, pour donner, avec quelque détail, la marche que j'ai suivie, pour déterminer son cristal primitif, cristal que l'observation seule de la direction des cassures ne pouvoit établir, et qui avoit été inconnu jusqu'ici, ainsi que la plus grande partie de ses modifications. Cette partie présente des particularités extrêmement intéressantes. Aucune substance d'ailleurs ne pouvoit être plus propre à faire connoître la marche simple, et peu difficile par laquelle on parvient à cette détermination: cette marche demande cependant, en général, de la part de celui qui l'emploie, une attention particulière et judicieuse, portée sur tous les faits que peut lui présenter la substance de laquelle il s'occupe: il n'en est aucun, quelque léger et même indifférent qu'il paroisse au premier aspect, qui ne puisse venir à son aide, dans la détermination qu'il cherche à faire.

Ce second volume est terminé enfin par quelques observations faites sur l'état actuel de nos connoissances en cristallographie; sur ce qu'il nous reste à faire pour completter cette science; ainsi que sur l'espoir que peuvent faire naître quelques observations qui me sont particulières et que je fais connoître, que cette science, non bornée à la simple détermination de la forme des molécules intégrantes des substances minérales, pourra peut-être parvenir un jour à celle de leurs molécules constituantes, c'est-à-dire, à la détermination des molécules dont celles intégrantes elles-mêmes sont composées. Cet espoir peut sans doute être illusoire; mais on pensera probablement avec moi, que les faits sur lesquels il est appuyé sont bien propres à le faire naître, et méritent de devenir le sujet de nouvelles recherches. Quelques phrases, éparses dans les derniers

qui nous sont parvenus des journaux de France qui ont rapport aux sciences, et d'après lesquelles la cristallographie est représentée comme une science qui auroit atteint ses limites, et seroit parfaitement finie, m'ont principalement déterminé à placer ici ces observations. Quoi! la cristallographie qui à peine est sortie de son berceau, et dont nous ne connoissons encore que l'enfance, seroit une science terminée! Rien en effet ne tendroit plus à la rendre telle, en arrêtant sa marche, que l'adoption d'une idée aussi fausse. La cristallographie a fait de très-grands progrès il est vrai; mais ses progrès servent principalement à nous faire mieux sentir les lacunes qu'il nous reste encore à remplir, en nous engageant à y travailler. J'ai invoqué à son aide, dans cette partie de mon ouvrage, le secours puissant des mathématiques, dirigé surtout par des mains aussi habiles et aussi exercées que celles de Mrs. de la Place et Biot: j'invoque de nouveau ici le secours de ces deux illustres savants, ainsi que celui de ceux qui, comme eux, ont fait une étude approfondie des mathématiques et de leur application. La cristallographie est parvenue à une hauteur qui la rend digne de leurs soins; et je n'ai aucun doute que leurs travaux sur elle ne soient couronnés de très-grands succès, sur la nature desquels il ne nous est pas encore donné de nous faire une idée.

Ces deux volumes terminés, il me restoit à trouver les moyens de les faire imprimer, et cela, de manière à pouvoir être dédommagé du temps que leur rédaction m'avoit pris, et acquérir par là, en même temps, la possibilité de pouvoir continuer mon travail: ma position d'ailleurs, ainsi que celle de ma famille, au soutien de laquelle mes travaux sont consacrés, m'en faisoient une obligation et même un devoir. Ce n'étoit pas la chose la plus facile, et il faut avouer que la situation aussi malheureuse qu'elle est étonnante, inconcevable, et surtout humiliante pour l'homme, dans laquelle l'Europe entière est plongée, situation si peu propre à la culture des sciences, n'étoit pas faite pour me donner l'espoir de réussir. Aussi, après plusieurs tentatives infructueuses, étois-je au moment d'y renoncer, et de

tourner mes regards vers toute autre espèce d'occupation, lorsque me trouvant un jour avec le Dr. Babington, un des Médecins les plus estimés de Londres, et Mr. Allen, Professeur de Phisique de l'Institut Royal, et causant avec eux sur l'impossibilité dans laquelle j'étois de trouver à faire imprimer mon ouvrage, d'une manière profitable, ainsi que sur la nécessité dans laquelle probablement je serois d'y renoncer, ces deux amis, auxquels se joignirent, à l'instant même, Mrs. W. et R. Phillips, me proposèrent d'une manière aussi noble que généreuse, de se mettre à la tête d'une souscription, qu'ils avoient le projet de borner à seize personnes, et dont le but seroit de faire les avances des frais de mon ouvrage, en m'en laissant entièrement les bénéfices. Ils joignirent à cette proposition généreuse des choses extrêmement flatteuses, sur la certitude dans laquelle ils étoient, de voir, en très-peu de temps, remplie par les minéralogistes de Londres, cette souscription, à l'égard de laquelle je devois d'ailleurs me regarder comme parfaitement étranger, les démarches et les soins ne concernant qu'eux seuls. J'accceptai avec une vive reconnoissance ce témoignage flateur de leur estime, ainsi que de leur amitié, et il est infiniment précieux pour moi de pouvoir leur en témoigner ici ma reconnoissance. Leur projet a parfaitement réussi: la souscription, à la tête de laquelle ils se sont mis, a peu tardé à être remplie. L'obligation première que j'en ai contractée envers eux, ne me laisse cependant pas moins sentir toute l'étendue de celle que j'ai aux personnes qui ont bien voulu répondre à leur invitation, et se réunir à eux : je les prie de recevoir ici l'expression de ma gratitude à cet égard, et de permettre que je décore mon ouvrage du nom des savants auxquels j'ai l'obligation de pouvoir aujourd'hui en faire homage au public.

William Allen, Esq. F.R.S.
Sir J. St. Aubyn, Bart. M.P. F.R.S.
Wm. Babington, M.D. F.R.S.
Robert Ferguson, Esq.
Rt. Hon. Charles Greville, F.R.S.*
Geo. B. Greenough, M.P. F.R.S.
Sir Abm. Hume, Bart. M.P. FRS.**
Chas. Hatchett, Esq. F.R.S.
Luke Howard, Esq.
Richard Knight, Esq.
Richard Laird, M.D.
William Phillips, Esq.
Richard Phillips, Esq.
John Williams, Jun[r], Esq.

Je dois ajouter à ces noms, celui de mon digne et respectable ami le Dr. Crichton, Médecin de S. M. l'Empereur de Russie, ainsi que ceux de Mr. de Novossiltzoff, de Mr. le Prince Czartorinsky, et de Mr. le Comte de Strogonoff qui, ayant appris, par lui, qu'il y avoit à Londres une souscription pour l'impression de mon ouvrage, ont eu la grande honnêteté de m'envoyer la leur, en ajoutant que, si elles ne suffisoient pas pour remplir celle qui étoit ouverte, ils m'en feroient passer une seconde. Puisse cet ouvrage pouvoir bientôt leur parvenir en Russie, et leur exprimer combien j'ai été flatté et honoré de ce procédé aussi noble que délicat de leur part.

Il ne me reste plus, pour terminer ce discours préliminaire, que de dire que pour faciliter la lecture et l'intelligence de cet ouvrage, aux personnes pour lesquelles les expressions dont j'ai fait usage dans la partie cristallographique, et quelquesfois aussi dans les descriptions, ne sont pas familières, je joins ici une explication de ces expressions.

* Je dois témoigner ici à Mr. Greville, le souvenir que j'ai conservé des obligations que je lui ai eues à mon arrivée à Londres, ainsi que dans plusieurs autres occasions : elles ont fait alors sur moi une impression profonde. J'ai employé depuis tous mes soins à lui faire voir, autant qu'il pouvoit être en moi, que j'en conservois une reconnoissance dont je me plais à lui réitérer ici l'expression. Je dois d'ailleurs plusieurs des faits neufs, ainsi que des observations particulières qui sont éparses dans cet ouvrage, à sa superbe collection minéralogique, que j'ai déja dit être une des plus considérables de l'Europe et, à quelques égards, la prèmiere, et dont les soins, l'arrangement et l'augmentation, m'ont été confiés pendant fort longtemps.

** Ce n'est pas là la seule obligation que j'aie eu, et que j'aie encore tous les jours, à Sir Abraham Hume, auquel je suis doublement attaché par les liens de la reconnoissance et par ceux de l'amitié : il est trop satisfaisant pour moi de lui exprimer publiquement ces deux sentiments, pour ne pas profiter avec une véritable jouissance de l'occasion qui m'en est offerte.

Je n'ai rien négligé pour rendre ces deux premiers volumes aussi complets et aussi utils que nos connoissances minéralogiques actuelles pouvoient me permettre de le faire, et j'en agirai de même à l'égard de ceux qui suivront. Le lecteur s'appercevra que fort souvent les opinions que j'y devéloppe, différent de celles généralement adoptées sur les mêmes objets, et qui, pour la plupart, assises nonchalamment sur l'habitude, reçoivent d'elle une grande partie de leur force. J'ai été conduit à ces différentes opinions, non par l'amour de la controverse, mais par l'ensemble des observations de toute ma vie, dans laquelle je me suis toujours imposé la loi de ne croire, sur l'avis des autres, que ce sur quoi il ne me seroit pas possible de m'éclairer par moi-même. Cette partie sera sans-doute exposée à la critique: elle doit l'être; mais cette même critique, si elle est juste, ne peut opposer à l'opinion qu'une opinion plus vraisemblable, et aux conséquences qui en peuvent être tirées que des conséquences ou plus naturelles ou plus vraies; car les faits sont toujours constamment les mêmes. Dans ce cas, cette critique pourroit peut-être encore plus elle même que ne l'aura fait l'ouvrage, contribuer aux progrès de la minéralogie, et le but d'utilité qui m'a dirigé n'en seroit alors que mieux rempli.

Puissé-je en effet avoir atteint ce but, et après avoir tout perdu, totalement isolé, sans patrie, sans fortune, sans état, avoir pu acquérir quelques droits à l'estime et à la bienveillance du peuple généreux et hospitalier, auquel je dois la possibilité de continuer l'étude de la science qui fait le charme de ma vie, et qui, par la sagesse de ses loix, la bonté et la fermeté de son gouvernement, entoure mon existence de la tranquillité et de la sécurité si essentielles au bonheur.

EXPLICATIONS,

NON DONNÉES DANS LE COURS DE CET OUVRAGE, DES TERMES QUI Y SONT EMPLOYÉS.

AXE d'un cristal. Ligne droite supposée tirée exactement par le milieu du cristal, et passant ordinairement par deux de ses angles solides opposés. Dans la pyramide, l'axe passe par l'angle solide de son sommet et par le milieu du plan de sa base. Dans un cristal formé par deux pyramides réunies par leurs bases, l'axe passe par les sommets des deux pyramides et par le milieu du plan de réunion de leurs bases : et, par conséquent, dans le rhomboïde, il passe par les deux angles solides opposés qui sont considérés comme sommet. Dans le prisme enfin, cet axe passe par le milieu des deux faces terminales. Lorsque l'on considère un cristal, soit pour le décrire, soit simplement pour le reconnoitre, il doit toujours être placé de manière que son axe soit dans une position verticale.

ACCROISSEMENT des cristaux. On entend par ce mot toute augmentation de volume dans les cristaux, par suite de l'addition des molécules cristallines sur les plans de leur cristal primitif. Cette augmentation de volume se nomme simplement *accroissement* du cristal, lorsqu'elle n'occasionne aucun changement dans sa forme; mais, lorsque la forme du cristal est au contraire changée par elle, elle prend le nom de *modification*. Voyez ce mot.

AGRÉGATION. On entend sous ce mot, en cristallographie, un assemblage de cristaux qui se pénètrent l'un l'autre. On nomme *agrégation régulière*, celle dans laquelle les cristaux en se pénétrant, le font d'une manière régulière et soumise aux loix de la cristallisation; et on donne celui *d'agrégation irrégulière*, à celle dans

laquelle les cristaux qui se réunissent, le font confusément et sans aucune régularité quelconque.

ANGLE D'INCIDENCE. Dans les cristaux, cet angle est formé par la rencontre, soit d'un plan, soit simplement de quelques-uns des bords, ou autres lignes qu'on peut concevoir être tracées dans un cristal, avec une quelconque de ces mêmes parties dans le même cristal. L'angle MRN, par exemple, dans le cristal, fig. 32, pl. 58, est celui d'incidence des plans du prisme entre eux ; l'angle EPN est celui d'incidence des bords du prisme sur les arêtes de la pyramide ; l'angle LDE celui d'incidence des bords du prisme sur les plans de la pyramide, &c. Je crois devoir observer que, lorque l'on prend l'angle d'incidence de deux plans l'un sur l'autre, les côtés tels que ceux RM et RN qui mesurent cet angle, doivent être perpendiculairs sur la ligne de rencontre de ces mêmes plans, telle qu'ici celle DL.

ANGLE D'INCLINAISON. Cet angle, dans les cristaux, est celui que forme, soit un plan, soit un bord, avec un autre bord ou plan sur lequel il s'elève, dans le même cristal. Ainsi, dans la fig. 103, pl. 64, l'angle SDA, formé par l'arête SB avec le plan AIDO, qui représente celui du rhomboïde primitif, est l'angle d'inclinaison de cette arête sur les plans du rhomboïde primitif. L'angle d'inclinaison peut-être considéré aussi, soit à l'égard de l'axe du cristal, soit à l'égard de la ligne horisontale. L'angle LSM, par exemple, dans la même fig. 103, est l'angle d'inclinaison de l'aréte LS sur l'axe SM ; et si la ligne LP représente la ligne horisontale, l'angle SLP sera celui de l'inclinaison des arêtes sur elle. On voit, par ce qui vient d'être dit, que, dans tous les angles d'incidence, un des bords ou plans dont ils sont formés, étant supposé prolongée, l'angle que forme la partie due au prolongement, avec le plan ou bord sur lequel l'incidence avoit été considérée, devient angle d'inclinaison sur le plan.

ANGLE RENTRANT. C'est un angle qui, au lieu de se présenter par la partie saillante des lignes ou plans dont il est formé, se

présente, au contraire, par celle rentrante: dans les cristaux, ces angles appartiennent quelquefois à la réunion de deux plans; mais plus souvent ils sont le résultat de la réunion d'un plus grand nombre. Pour que ces angles puissent se montrer sur un cristal, il faut qu'il cesse d'être simple, et soit le résultat ou d'une agrégation, ou de la réunion en sens contraire de deux parties de cristaux, désignée sous le nom de macles: ces angles sont même un indice assez sûre de cette dernière formation.

ANGLE SAILLANT. Je donne ce nom aux angles principaux d'un cristal, angles qui sont, en même temps, ceux par le moyen desquels se fait la détermination. Ces angles font toujours partie de quelques-uns des angles solides, et sont formés par la rencontre, soit de deux plans, soit de deux bords ou arêtes, soit d'un plan avec un bord ou avec une arête. L'angle saillant est donc un véritable angle d'incidence, mais pris sous une acception moins générale: par exemple, dans la fig. 32, pl. 58, l'angle DEF, pris sur l'arête EF et sur le milieu de la face qui lui est opposée, est l'angle saillant du sommet de la pyramide trièdre qui termine le cristal; et celui LDE, pris sur un des bords du prisme et le milieu de la face pyramidale ODFE, est l'angle saillant de la réunion des plans de la pyramide de ce cristal avec le prisme. Dans la fig. 101, pl. 64, l'angle b s f est l'angle saillant du sommet pris sur les arêtes; et l'angle ORS, fig. 98, est l'angle saillant de la base, pris de même sur les arêtes. On voit qu'on auroit pu prendre, de la même manière, ces deux angles, sur le milieu de deux des faces opposées; ce qui fait que, lorsqu'on cite l'angle saillant d'un cristal, il faut toujours ajouter si cet angle est pris sur les plans opposés ou sur les arêtes, ou s'il est pris sur une des arêtes ou sur un des bords, et sur la face opposée. L'angle saillant peut aussi être regardé comme mesurant l'angle du plan d'une coupe qui seroit faite, sur le cristal, suivant la direction des côtés de cet angle; aussi Mr. l'Abbé Haüy lui a-t-il souvent donné le nom *d'angle de la coupe;* mais celui d'angle saillant me paroit lui convenir davantage.

ANGLE SOLIDE. Rencontre, en un seul point, de plusieurs angles appartenant à autant de plans particuliers ; ainsi dans le cristal, fig. 32, pl. 58, le sommet E de la pyramide trièdre est un angle solide, formé par la rencontre des trois angles OEP, PEF et FEO, appartenant aux faces rhombes qui concourent à la formation de la pyramide. Les angles O, D, P, pris à la réunion de la pyramide avec le prisme, sont aussi des angles solides.

ARÊTE. Ce nom exprime, dans les cristaux, la ligne de réunion entre elles des faces des pyramides.

BORD. Ce nom est donné, en cristallographie, aux lignes formées par la réunion, entre eux, des plans d'un prisme, ou de tout autre solide qui n'est pas pyramidal.

Observ. Les plans qui, par leur réunion, forment les bords ou les arêtes des cristaux, éprouvent une grande variation, à l'égard de l'angle sous lequel ils se rencontrent. Cet angle est ou aigu, ou obtus; et, dans ces deux cas, ses côtés sont plus ou moins rapprochés, ou plus ou moins écartés. Dans l'examen que l'on fait d'un cristal, lorsque l'attention se porte sur ses arêtes ou sur ses bords, cette attention a, le plus communément, pour objet, la nature de l'angle que les plans, à la rencontre desquels ils sont dûs, forment entre eux au point de rencontre. En effet, si l'on dirige, par exemple, son attention sur les bords d'un prisme tétraèdre rhomboïdal, dans lequel les plans se rencontrent entre eux, sous deux angles obtus et sous deux autres aigus, le but ordinaire de cette attention est d'appercevoir le dégré d'ouverture des angles qui mesurent l'incidence de ces plans entre eux. Ainsi, quoique l'expression d'arête ou de bord, étant prise d'après son acception géométrique, ne désigne qu'une étendue en longueur, sans faire mention en rien ni de la largeur, ni de l'épaisseur; lorsque ces parties d'un même cristal déterminent l'attention, c'est principalement la nature de l'espèce de dos, de toit, ou de tranchant que présentent les deux plans qui forment le bord ou l'arête, sur laquelle cette attention se porte. C'est sous cette même

acception que j'ai pris, dans cet ouvrage, l'expression de bords et arêtes lorsque j'y parle des cristaux. Ainsi, pour marquer, dans le prisme tétraèdre rhomboïdal que je viens de prendre pour exemple, les bords formés par la rencontre entre eux de ses plans, sous un angle, soit obtus, soit aigu, je m'y sers simplement de l'expression abrégée de *bord obtus* ou *aigu*. Cette abréviation est d'un très-grand avantage, dans les descriptions cristallographiques; elle raccourit la longueur de ces descriptions et ajoute, par là, à leur clarté. Mais le lecteur ne doit point oublier que cette expression est simplement figurative, et il doit se représenter habituellement sa véritable valeur, qui, par exemple, dans l'expression de *bord obtus*, de *bord de* 120° &c. d'un prisme, signifie le bord formé par la rencontre entre eux des deux plans qui lui donnent naissance, sous un angle obtus, sous un angle de 120°, &c.

CÔTÉ. Ce nom, en cristallographie, est employé principalement à désigner les plans des prismes, tel que *les côtés du prisme hexaèdre*, &c. Lorsque le cristal n'est ni prismatique ni pyramidal, ainsi que le dodécaèdre à plans rhombes ou pentagones, l'icosaèdre à plans triangulaires, &c. on se sert, pour le même objet, du nom général de plan.

FACES. Les plans qui appartiennent aux pyramides, ou aux parties pyramidales des cristaux, sont généralement désignés sous ce nom, tel que *les faces de l'octaèdre*, *les faces des dodécaèdres pyramidaux de la chaux carbonatée*, &c. &c.

FACES PRIMITIVES. Ce nom est donné aux plans des cristaux, lorsqu'ils appartiennent à leur cristal primitif.

FACES SECONDAIRES. On donne ce nom, dans les cristaux, à tous ceux de leurs plans qui n'appartiennent pas à leur cristal primitif.

FACE TERMINALE. Ce nom est donné aux plans qui terminent les prismes, ainsi qu'à celui qui quelquefois occupe le sommet des pyramides, lorsqu'elles sont incomplettes.

FACETTE. Nom général donné à tous les plans d'un cristal, lors surtout que ces plans sont très-multipliés, et par conséquent fort petits.

FORMES PRIMITIVES des cristaux. Ce sont celles qui, dans l'accroissement des cristaux, conservent exactement la forme qui est propre à la molécule du cristal primitif, de la substance à laquelle elles appartiennent.

FORMES SECONDAIRES des cristaux. Ce sont toutes celles qui différent de celle qui appartient à leur cristal primitif.

GANGUE. Partie étrangère à la substance ou à la combinaison de substances différentes dont les morceaux qui entrent dans nos cabinets sont composés, et qui très-fréquemment appartient à la gangue même du filon dans lequel ils ont été trouvés.

GONIOMÈTRE. Instrument qui sert à mesurer les angles des cristaux. Cet instrument est aujourd'hui si parfaitement connu de tous les minéralogistes, que j'ai cru devoir me dispenser d'en donner la figure, ainsi que la description.

LAME de la cristallisation. La signification de ce mot, ainsi que son application, sont données au § 78 de la partie théorique de cristallisation.

MACLE. Nom qui a été consacré par Romé de l'isle à désigner la réunion de deux moitiés ou parties quelconques de cristaux, dans un sens contraire à celui qui leur est propre. Ces réunions montrent pour l'ordinaire un ou plusieurs angles rentrants.

MODIFICATION. Expression par laquelle on désigne le changement que produisent, dans la forme des cristaux, les variations éprouvées dans le mode d'attraction auquel les molécules de cristallisation des substances minérales sont soumises.

MOLÉCULE. La signification de ce mot, et ses diverses applications, sont données, au § 11 et suivant de la partie théorique de la cristallisation.

RECULEMENT. Voyez la signification cristallographique de ce mot, au § 84 et suivants de la partie théorique de la cristallisation.

REMPLACEMENT. Ce mot est employé toutes les fois que, par suite de l'acte de la cristallisation, une partie quelconque d'un cristal qui auroit dû être, soit un angle, soit un bord, est occupée par un plan ou face secondaire: l'opération cristalline ayant en effet fait disparoître cet angle ou ce bord, en mettant un plan à sa place.

RHOMBOÏDE. On donne, en cristallographie, ce nom à un solide formé par la rencontre entre eux de six plans rhombes parfaitement égaux et semblables. La géométrie, sous ce même nom, désigne simplement un plan quadrilatéral dont les angles ne sont pas droits, et dans lequel les côtés opposés sont parallèles, mais ne sont pas égaux, deux de ceux opposés étant plus grands que les deux autres. Elle nomme rhombe, avec la cristallographie, celui dans lequel les côtés sont tous égaux. Pour elle, le solide que nous nommons rhomboïde n'est qu'un prisme tétraèdre rhomboïdal à bases inclinées, qu'elle ne distingue par aucun nom particulier; mais ce solide étant une des formes primitives des substances minérales, il falloit nécessairement un nom pour le désigner: la cristallographie a depuis longtemps adopté celui de rhomboïde, et elle donne en conséquence au rhomboïde géométrique le nom de rhombe allongé.

Observ. Dans tout rhomboïde, des huit angles solides dont il est composé, deux, placés en opposition l'un de l'autre, sont formés par la rencontre de trois angles égaux : dans les six autres de ces angles solides, deux seulement des trois angles dont ils sont formés sont égaux, mais le troisième diffère avec eux de mesure.

Prenant le rhomboïde, cristal primitif de la chaux carbonatée, fig. 18, pl. 55, pour exemple, si on considère ce rhomboïde comme formé par la réunion, base à base, et dont les bases sont engagées en forme de zig-zag, de deux pyramides trièdres à plans rhombes, ABPDLCK et IBPDLCK, les sommets A et I de ces deux pyramides appartiendroient aux deux angles solides opposés, dûs à la rencontre des trois angles égaux. Dans ce cas, les bords AB, AD, et AC, IP, IL, et IK, qui sont en même temps côtés de ces trois angles deviendroient les arêtes des deux pyramides. Les angles solides B, P, D, L, C, K, du rhomboïde deviendroient les angles solides de la base, ou de la réunion des bases des deux pyramides, et les bords BP, BD, DL, LC, CK, et KB, seroient les bords de cette base. Adaptant au rhomboïde ces mêmes expressions, nous nommerons sommet, chacun des angles solides tels que A et I ; arêtes, ceux de ses bords placés tel que ceux AB, AD, AC, &c ; bords de la base, ceux placés tel que BP, PD, &c ; et enfin angles solides de la base, ceux tels que B, P, D. &c.

Nous convenons cependant que cette manière de considérer le rhomboïde n'est point géométrique ; chacune des pyramides dont il est alors composé, ayant les angles de sa base dans deux plans différents, il n'existe, à parler strictement, de base déterminée pour aucune d'elles. Si on suppose, en effet, les deux pyramides séparées l'une de l'autre, suivant les bords dits être ceux de leur base commune, l'extrémité inférieure de l'une d'elles sera un appendice pyramidal, et celle de l'autre présentera une cavité, pyramidale aussi, et dont les dimensions seront les mêmes. Il n'existe en géométrie de pyramides proprement dites que celles à faces triangulaires, dont les différentes bases sont placées dans un seul et même plan. Mais, dans toutes les sciences, les termes adaptés à leur

usage n'ont de signification que celle qu'on leur attribue et, d'après cela, étant une fois convenu de celles des termes adoptés en cristallographie pour le rhomboïde et chacune de ses parties, ils ne peuvent exposer à aucune erreur. Il en est de même que pour le rhomboïde, à l'égard d'un grand nombre d'autres cristaux : nous regarderons, par exemple, le dodécaèdre pyramidal à plans triangulaires scalènes de la chaux carbonatée, fig. 354, pl. 22, comme formé par la réunion, base à base, de deux pyramides hexaèdres à faces triangulaires scalènes, quoique, d'après la nature des triangles, qui sont tous semblables et égaux, cette réunion ne puisse avoir lieu dans un même plan ; ce qui rend de même la base des pyramides indéterminée. On voit, à l'instant, d'après cette manière de considérer le dodécaèdre, ce que l'on doit entendre par *angle solide de son sommet*, *angle solide et bords de sa base*, *et arêtes*. Nous considérons de même le solide de la variété, fig. 366, pl. 23, comme composé d'un prisme hexaèdre terminé par deux pyramides, aussi hexaèdres, à faces trapézoïdales, quoique la base des pyramides soit aussi indéterminée. Ces légères observations suffisent, pour faire voir combien la partie de la géométrie qui a trait à l'étude des solides est incomplette, dans les ouvrages qui traitent de cette science ; et la nécessité qui existe, d'après les nouveaux faits offerts par la cristallographie, de lui donner plus d'extension, ainsi qu'à celle qui a trait à l'étude des plans.

J'ai donné, dans une note placée à la page 2 du second volume, quelques-unes de ces observations sur le rhomboïde et ses parties ; mais j'ai senti depuis la nécessité de les placer directement à la tête de cet ouvrage.

TRAPÈZE et TRAPÉZOÏDE. Lorsqu'un plan est renfermé par quatre côtés, il porte en général le nom de *quadrilatère*. Lorsque ces quatre côtés sont tous parallèles et égaux, il prend le nom de *quarré*, lorsqu'en même temps aussi tous ses angles sont droits. Lorsqu'avec ses côtés égaux et parallèles ses angles cessent d'être droits, il prend celui de *rhombe*. On lui donne le nom de *trapèze*, lorsque,

de ses quatre côtés, deux opposés seulement sont parallèles; et enfin il prend le nom de *trapézoïde*, lorsque aucuns des ses côtés ne sont parallèles.

VARIÉTÉ. Nom général donné, en minéralogie, à tout changement d'aspect que peuvent présenter les substances minérales, ainsi qu'à toute altération qu'elles peuvent éprouver. En cristallographie, ce nom désigne un changement quelconque de forme, dans, les cristaux.

Il existe un très-grand nombre d'autres termes en usage, tant dans la minéralogie, que dans la cristallographie ; mais, à mesure que je m'en suis servi, dans le cours de cet ouvrage, j'ai donné leur explication.

TABLE

Des Matières contenues dans le Premier Volume.

Table des Matières contenues

dans le premier Volume.

Quelques fautes se sont glissées dans cet ouvrage, malgré la grande attention qui y a été apportée ; ce qui est peu surprenant, étant écrit dans une langue étrangère à celle des ouvriers qui ont été employés à son impression : un grand nombre portent principalement sur le défaut d'accord du participe avec son correspondant. L'auteur a corrigé celles de ces fautes qui peuvent donner lieu à un contre sens, ou suspendre, pendant quelques instants, l'intelligence des phrases, le lecteur corrigera facilement les autres.

Fautes essentielles à corriger.

1[re] VOLUME.

Page	*alinéa*	*ligne*	
7	2	8	espèces et enfin ; que *lisez* espèces; et enfin que
id.	id.	12	plus ou moins directs : les unes *lisez* plus ou moins directes les unes
9	1	1	jai placé *lisez* § 5[bis] j'ai placé
10	1	11	le sel *lisez* le feu
18	1	7	des substances la *lisez* des substances, la
52		23	les coquilles ont-elles *lisez* les animaux des coquilles ont-ils
66	1	2	dans ces couches *lisez* dans les couches.
70	1	6	ils sont *lisez* ils sont alors.
78	Le § 88 est mal placé, il devroit commencer le chapitre de l'hydrogène		
87	2	1	de la nature, *lisez* de la nature.
89	2	3	aucune de ces parties *lisez* aucune de ses parties
114	2	4	frappés et frottés *lisez* frappés ou frottés
139		6	epidote *lisez* thallite
183	4	4	de ses parties intégrantes *lisez* de ses molécules intégrantes
188	1	1	à Misine *lisez* à Misnie
198	1	1	chaux carbonatée compacte *ajoutez* à grain fin
212		13	quelques côtés *lisez* quelques côtes
271	1	11	de magnésie oxidé *lisez* manganèse oxidé
273		5	être établie *ajoutez* à New York
277	1	1	à un mélange *ajoutez* dans sa substance.

INTRODUCTION.

QUOIQUE cet ouvrage n'ait, essentiellement, trait qu'à la chaux carbonatée, comme mon projet est de le continuer, sur le même plan, à l'égard de toutes les autres substances du règne minéral, j'ai cru qu'avant de donner son étude, il étoit nècessaire de la faire précéder de quelques détails sur les faits principaux, tant phisiques que chimiques, sur lesquels reposent les principes généraux de la minéralogie: tel est l'objet de cet introduction. Cependant n'eussai-je eu, dans cet ouvrage, d'autre but que de donner un simple traité de la chaux carbonatée, aussi complet que nos connoissances actuelles nous permettent de le faire, ce coup d'œil jetté sur les principes des minéraux, sur leurs véritables caractères, sur ceux des substances déterminées par leur réunion, ainsi que sur la manière d'en faire usage, eut été d'une absolue nécessité. Une autre raison, cependant, est venue se joindre à celle là, pour me déterminer. On verra, dans le plus grand nombre des objets qui sont traités dans cette introduction, que mon opinion diffère bien souvent, à leur égard, de celle généralement adoptée: il étoit donc nécessaire, pour être parfaitement entendu, que je fisse connoître cette opinion: elle est, pour moi, le resultat de l'observation et de la reflection, auxquelles m'a conduit l'étude de cette science. Du moment où je m'y suis livré, reconnoissant qu'au petit nombre de faits parfaitement démontrés, sur lesquels repose la base des connoissances minéralogiques, il s'en étoit joint un grand nombre, qui n'étoient absolument qu'enfants

de l'opinion, et varioient avec elle, rien ne m'a plus répugné que de soumettre, à leur égard, mon opinion à celle des autres, sans examen ; et de me servir de la dernière, si je puis m'exprimer ainsi, comme d'un verre coloré, décidant impérieusement de la couleur des objets qui se présentoient à moi.

Du moment, en conséquence, où je me suis cru en état de me former une opinion moi-même, j'ai supposé que toutes nos connoissances, sur les substances minérales, etoient à naître, et les ai étudié conséquemment. Cette méthode m'a parfaitement réussie, en me faisant appercevoir quelques faits, qui me semblent avoir échappés : et surtout en me faisant reconnoître que beaucoup de ceux qui ont été donnés, provenant à l'origine d'une observation souvent incomplette, et quelquefois fausse, avoient été répétés, simplement par ce qu'ils avoient déjà été placés dans des livres de minéralogie, qui avoient dévancés. Je suis toutefois fort éloigné de croire avoir mieux vu que les autres, et plus encore de vouloir soumettre l'opinion à se ranger du côté de la mienne. Je donne cette opinion de bonne foi et avec franchise, et je pense que lorsqu'elle diffère de celle des auteurs qui m'ont dévancés, comme elle est, ainsi que la leur, appuyée sur l'observation, et même sur les faits, que tous les yeux ne sont pas appelés à voir sous les mêmes rapports, elle peut avoir du moins l'avantage, d'offrir un nouveau point de comparaison, et de permettre, par là, plus facilement de saisir la vérité, si, ce qui arrive fort souvent, le hazard pouvoit l'avoir placée entre deux.

La partie des connoissances minéralogiques qui concernent l'attraction et est en même temps aussi, du domaine de la phisique et de la chimie, étant absolument nécessaire à l'intelligence de la théorie de la cristallisation, a été renvoyée à l'article qui concerne directement cette théorie.

OBSERVATIONS

SUR LA

CLASSIFICATION.

§ 1. LA nature ne forme que des espèces et ne fait aucune classification; cette vérité est connue depuis long temps, et a été souvent répétée. Mais si voulant faire comme elle, nous mêlions ensemble indifféremment ces mêmes espèces, sans suivre aucune méthode particulière de classification, loin d'imiter cet ordre admirable qui existe dans son ensemble, toutes nos collections de minéralogie seroient en confusion; l'étude des substances minérales ne pourroit plus s'y faire, et nos cabinets offriroient alors l'image du cahos. Il est donc nécéssaire, pour que le but d'utilité, qui doit diriger la formation de toute collection quelconque, puisse être rempli, que l'ordre vienne présider à l'arrangement de cette collection, afin que l'on puisse y appercevoir, d'un seul coup d'œil, toutes les diverses variations auxquelles telle ou telle substance est soumise; ainsi que le rapport, plus ou moins rapproché, de ces substances entre elles. Il faut, en un mot, établir, parmi toutes les espèces qui appartiennent à la partie de la nature embrassée par la collection, un mode quelconque de classification.

Ce mode, quel qu'il soit, doit nécessairement avoir pour base le rapprochement, et même la réunion, des substances qui ont entre elles le plus grand nombre de propriétés communes: d'en faire, si je puis m'exprimer ainsi, les différents membres composant une même famille. Mais les familles, elles-mêmes, ayant entre elles plus ou moins de rapports, ou de liaisons, ne peuvent se suivre indifféremment; elles

doivent, par la distance dans laquelle elles se trouvent les unes à l'égard des autres, indiquer le dégré de rapprochement qui existe entre elles. Ce premier ordre une fois établi, doit etre suivi de celui, beaucoup plus facile, qui a rapport à la détermination de toutes les variations auxquelles les espèces elles-mêmes sont soumises.

Lorsque tout ce qui concerne chaque espèce en particulier, est parfaitement connue, et ne laisse rien à désirer, cette classification est très facile : elle ne demande que de l'exactitude et de la précision ; et les bases sur lesquelles elle est établie étant une fois fixées, elle ne peut être sujette à éprouver de grandes variations.

Malheureusement la minéralogie n'a pas encore atteint ce dégré de perfection. Nous avons fait, il est vrai, de grands progrès, depuis quelque temps, dans les moyens de détermination des espèces ; et c'est bien certainement à la cristallographie que nous en avons la principale obligation : mais il s'en faut de beaucoup, que nous ayons fait les mêmes progrès, dans les moyens de déterminer tout ce qui a trait à la nature même de ces espèces ; connoissance si nécessaire à acquérir, pour pouvoir établir les diverses relations qu'elles peuvent avoir les unes avec les autres, et fixer déterminément la place que chacune d'elles doit occuper dans la classification.

Il résulte de là, que la classification des substances minérales n'est point encore invariablement fixée ; ce qui fait que chaque auteur appercevant, entre plusieurs des espèces qui composent le règne minéral, des rapports qui n'ont point été saisis par ceux qui l'ont devancé, peut, et doit même, faire éprouver, en conséquence, des changements à la méthode.

§ 2. Chargé, par circonstances, de l'arrangement, et même en quelque sorte de la formation, de plusieurs collections minéralogiques, en ayant eu moi même une très considérable, qui m'a été enlevée, avec toutes les jouissances que l'amour des sciences, une vie simple et sans ambition, et l'âme ouverte au bonheur domestique, avoient rassemblées autour de moi, j'ai été à même de sentir fréquemment

la nécessité d'avoir une méthode simple et claire, ainsi que l'insuffisance, joint à la défectuosité, de la plus part de celles qui avoient été données. La méthode de classification de Mr. l'Abbé Haüy, n'avoit pas encore paru: cet ouvrage, fait pour faire époque, en ce qu'il est, en quelque sorte, le premier qui ait donné à l'étude des minéraux le véritable caractère qui appartient à une science, route sur laquelle le célébre Romé de l'Isle avoit cependant déja fait les premiers pas, ne pouvoit alors me servir de guide. Je me suis, en conséquence, déterminé à me former moi même une méthode, qui s'accorda à la fois avec les faits établis par la chimie et avoués par la minéralogie; ainsi qu'avec ceux, particuliers et multipliés, que la nature elle-même montre à tout individu qui l'étudie avec zèle, et la consulte avec assiduité.

Lorsque la classification de ce célèbre minéralogiste a été publiée, il m'a semblé que la mienne, qui d'ailleurs a plusieurs parties parfaitement en rapport avec la sienne, avoit l'avantage de placer les substances minérales, dans des divisions plus propres à donner une idée de leurs relations entre elles, dans le grand berceau de la nature, et qu'elle apportoit en même temps plus d'ordre, et de méthode, dans l'arrangement d'une collection de minéraux. Je la conserve donc, et mon projet étant de donner au public, sitôt après l'histoire complette de la chaux carbonatée, le tableau de cette classification, à la tête duquel je placerai les raisons qui auront déterminé chacune de ses divisions, je ne tracerai ici qu'une légère esquisse des grandes divisions principales qui en forment les classes.

§ 3. Je divise l'ensemble des substances minérales en huit de ces classes, ou divisions principales. 1° premièrement, les pierres simples ou composées d'une seule terre. 2° Les pierres composées, ou dans lesquelles se rencontrent plusieurs terres différentes. 3° Le diamant, que je ne puis encore, malgré les expériences faites à son égard, assimiler au charbon; mais qui se trouve seul dans sa classe, ne pouvant non plus être assimilé à aucune autre des substances minérales. 4° Les pierres agrégées ou roches. 5° Les pierres

d'origine ignée. 6° Les sels proprement dits. 7° Les substances inflammables non métalliques. 8° Enfin, les substances métalliques.

La chaux carbonatée, qui fait l'objet dont je m'occupe en ce moment, appartenant à la première de ces classes, il est de nécessité absolue que je donne ici les divisions de cette classe.

La première de ces divisions porte le nom d'ordre; cette classe en contient trois. Le premier de ces ordres renferme les pierres dues à la combinaison d'une seule terre avec un seul acide, ou pierres simples acidifères. Le second, celles dans lesquelles la chimie n'a encore reconnu qu'une seule terre, sans pouvoir y appercevoir aucun acide modificateur quelconque; ou pierres simples sans aucun acide reconnu. Le troisième renferme les pierres dues à la combinaison d'une seule terre jointe à un alcali et a un seul acide, ou pierres simples acidifères alcalines. Dans le premier de ces trois ordres, la terre forme la division de genre, et l'acide, qui les modifie, détermine les espèces: lorsque d'ailleurs les caractères spécifiques essentiels, ne viennent pas démontrer que sous la combinaison de la même terre, et du même acide, plusieurs espèces se trouvent renfermées; fait qui existe, par exemple, dans la chaux carbonatée: ce qui m'a forcé a n'y regarder l'acide que comme désignant une espèce générale ou de famille, que des causes, dont nous ne pouvons encore déterminer la nature, divise en espèces particulières ou proprement dites. Les variétés, ensuite, sont tirées des différents aspects sous lesquels se présentent les espèces, aspects qui proviennent des différentes circonstances qui ont présidé à leur formation, ainsi que des divers mêlanges qui sont venus s'introduire dans leur substance.

Le second ordre ne renferme que deux genres, qui sont encore déterminés par les deux terres quartzeuse et argileuse. N'y existant aucun acide modificateur, dans les pierres qui appartiennent à cet ordre, l'espèce y est extrêmement difficile à déterminer. Cette difficulté est même d'autant plus grande, dans le premier de ces deux genres, celui de la terre quartzeuse, que des trois espèces dans lesquelles j'ai cru devoir le diviser, deux, celles qui appartiennent à la calcédoine et à la substance dont l'opale est une altération, sont

privées du caracètre de la cristallisation. Mais, à son défaut, tous les autres caractères minéralogiques, ainsi que les diverses observations auxquelles la nature conduit à l'égard de ces deux substances, me paroissent venir fortement à l'appui de la division que j'en ai faite, comme espèces du genre de la terre quartzeuse.

Le troisieme ordre ne renferme aussi que deux genres de connus, la terre et l'alcali y forme le genre, et l'espèce y est de même déterminée par l'acide.

Je renvoie la division de toutes les autres classes au tableau de classification, qui suivra de près la publication de cet ouvrage. Je me bornerai à dire seulement ici, que la seconde classe, ou celle des pierres composées, est divisée de même en deux ordres, l'un sous le nom de *pierres composées acidifères*, et l'autre sous celui de *pierres composées sans aucun acide reconnu;* que, dans le premier de ces deux ordres, les terres déterminent de même le genre, et l'acide les espèces et enfin; que dans les pierres composées, sans aucun acide reconnu, la division de genre fait place à celle de famille, qui convient davantage à la réunion, entre elles, de celles des espèces très-nombreuses de cet ordre, que la nature indique avoir des rapports plus ou moins directs: les unes avec les autres; et que les caractères minéralogiques seuls y déterminent les espèces.

§ 4. C'est donc, ainsi qu'on vient de le voir, par le concours des caractères chimiques et minéralogiques, que les pierres, qui composent cette premiere classe, sont ordonnées. Ceux minéralogiques déterminent, positivement, la nature de la différence, soit de structure, soit de propriétés, qui constitue essentiellement l'espèce. Ceux chimiques déterminent la nature, et les doses, des corps principes qui sont entrés dans leurs compositions. Lorsque ces caractères sont d'accord entre eux, ils fournissent une réunion de preuves très-prècieuse, qui ne laisse absolument rien à désirer. Les caractères minéralogiques peuvent suffire seuls à la détermination des espèces; mais après avoir reconnu positivement chacune d'elles, et rassemblé sous un même point de vue tout ce qui leur appartient, le minéralo-

giste n'en seroit pas plus avancé, dans la connoissance de la véritable nature de ces mêmes espèces, sans le secours de la chimie, à laquelle seule jusqu'ici appartient cette détermination. Ces deux sciences, pour ce qui concerne l'étude de la minéralogie, sont dépendantes l'une de l'autre, et, pour l'utilité de chacune d'elles, doivent se prêter un secours mutuel.

Leurs efforts réunis rendroient leurs travaux complétement decisifs, s'ils portoient toujours, avec eux, le caractère de démonstration, qui a servi à déterminer la véritable place, de toutes les pierres qui appartiennent au premier ordre de la premiere classe. Mais il s'en faut de beaucoup que ces travaux aient été jusqu'ici couronnés d'un succès aussi satisfaisant, sur les pierres dont l'ensemble forme le second ordre de cette première classe, ainsi que sur celles qui appartiennent au second ordre de la seconde classe. Les moyens fournis par la simple minéralogie, sont bien parvenus à déterminer, parmi ces pierres, le plus grand nombre des espèces; mais les résultats des travaux de la chimie sur eux varient si considérablement; des substances fortement différentes entre elles offrent des analyses si rapprochées, tandis que d'autres substances très rapprochées donnent des analyses si différentes; et la chimie, en même temps, a aequis jusqu'ici si peu de moyens pour déterminer les substances qui, dans la composition des pierres, ne sont qu'interposées, que ses résultats ne peuvent que très imparfaitement servir de guide, dans la classification de ces pierres. Le minéralogiste, après avoir déterminé les espèces, ne peut donc ensuite les ordonner entre elles, qu'en consultant la nature, se servant de tous les moyens qu'elle peut lui fournir, et les combinant, lorsque cela est possible, avec ceux les plus satisfaisants que peut fournir la chimie. C'est là la marche que j'ai constamment suivie.

§ 5. Nombres d'auteurs minéralogistes, ont souvent entrepris de classer ces mêmes pierres d'après les seuls moyens que peut fournir la chimie; mais ces classifications ont constamment démontré leur insuffisance.

J'ai placé à la tête de la chaux carbonatée, directement après la description des caractères spécifiques qui lui sont propres, la partie du tableau de classification qui a trait à cette substance. Il m'a toujours paru qu'il étoit très avantageux de pouvoir appercevoir, d'un seul coup d'œil, tout ce qui peut appartenir à une substance, ainsi qu'à chacune de ses divisions. Ces genres de tableaux, d'ailleurs, facilitent beaucoup l'arrangement d'une collection ; et même, lorsqu'elle est en ordre, ils font plus facilement appercevoir les lacunes qui peuvent y exister. Je suivrai, par la suite, la même méthode, dans l'histoire et la description de toutes les autres substances minérales.

§ 6. Toute classification méthodique n'étant autre chose que l'arrangement, entre elles, de chacune des espèces qui composent l'ensemble soumis à cette opération, de manière à ce que chacune d'elles y occupe une place déterminée, la prèmiere chose à faire doit être de déterminer, avec exactitude, chacune des espèces qui appartiennent à cet ensemble. Mais qu'est-ce que l'espèce en minéralogie, et par quoi est-elle déterminée ? Je ne pourrois répondre à cette question d'une manière ni plus juste, ni plus précise, que ne l'a fait Mr. l'Abbé Haüy, en définissant l'espèce *une réunion de molécules intégrantes, toutes semblables entre elles, et composées chacune des mêmes éléments combinés entre eux dans les mêmes proportions.*

§ 7. Les caractères intrinsèques qui déterminent l'espèce une fois déterminés, il est nécessaire d'établir ceux par lesquels elle peut être reconnue, ou ses caractères spécifiques. Mais autant il importe d'avoir des caractères suffisants à cet objet, autant il importe de les choisir parmi ceux qui, dans l'état de pureté des espèces, ne sont susceptibles d'éprouver aucune variation, et en même temps d'en multiplier le nombre le moins possible. La multiplicité, dans ce cas, est un surcroît de ressorts à une machine, qui, loin d'en faciliter le mouvement, le gênent, en embarrassant l'action de ceux véritablement utiles. Il faut, en outre, que ces mêmes caractères soient pris parmi ceux dont l'usage est le plus facile.

D'après la nature même de l'espèce, ces caractères doivent porter sur chacune des deux parties dans lesquelles se divise naturellement la définition que nous avons donnée d'elle. 1° sur les molécules intégrantes et leur réunions; 2° Sur celles constituantes et la manière dont elles sont dosées entre elles. Les caractères, qui appartiennent à la première de ces deux parties, sont tous du ressort de la cristallographie. Ceux qui appartiennent à la seconde, sont ou phisiques ou chimiques: ceux chimiques déterminent la nature des éléments qui entrent dans la formation de la molécule intégrante, ainsi que la manière dont ils sont dosés; ils déterminent, en outre, l'action des différents menstrues, tels que l'eau, le sel et les acides, sur la substance. Les caractères phisiques qui, bien certainement, dépendent de la nature, ainsi que des proportions des molécules constituantes, sont la dureté et la pésanteur spécifique. Il existe encore trois autres caractères phisiques, dont on peut joindre l'usage, et sur la nature desquels nous avons bien peu de données. Ces trois caractères sont la double réfraction, l'électricité et la phosphorescence.

§ 8. Celui des caractères chimiques qui tient à la détermination de la nature des éléments, et à la manière dont ils sont dosés, pour former la molécule intégrante, seroit, bien certainement, suffisant pour la détermination de l'espèce, et son usage, à cet égard, excluroit celui de tous les autres caractères, si la chimie étoit arrivée au point de déterminer, d'une manière certaine, et sans aucune variation, ces mêmes éléments, et leurs doses réciproques. Mais il s'en faut de beaucoup encore qu'elle ait atteint ce haut dégré de perfection: elle a d'ailleurs, pour y parvenir, une difficulté bien puissante à surmonter, celle de pouvoir, dans l'analyse, reconnoître les substances qui, dans la composition des minéraux, n'entrent que comme mélange, et sont parconséquent parties étrangères, d'avec celles qui, étant véritablement combinées, forment essentiellement et seules la substance.

§ 9. Si, d'un autre côté, la cristallographie avoit atteint un dégré de perfection tel, qu'elle pût déterminer, d'une manière certaine et non hypothétique, la forme de la molécule intégrante de chacune des substances, elle seroit alors suffisante de même à la détermination des espèces. Car, ainsi qu'on le verra dans la partie de cet ouvrage qui a trait à la cristallographie, je ne crois nullement que deux substances essentiellement différentes aient une molécule intégrante exactement de la même forme; mais bien, que le même cristal primitif, tel que le cube, l'octaèdre, &c. peut provenir, et provient même en réalité, de la réunion de molécules intégrantes essentiellement différentes entre elles.

§ 10. L'insuffisance de ces deux caractères, soit pour la détermination, soit même pour la simple reconnoissance des espèces, dans l'état actuel de nos connoissances, nous force d'associer à leur réunion les autres caractères mentionnés ci dessus, et sur lesquels je crois devoir placer ici quelques observations: renvoyant à la suite de ce traité de la chaux carbonatée, des détails plus amples sur les principes de la cristallisation, ainsi que sur l'application de ces principes aux nombreuses modifications qu'éprouve le cristal primitif de cette substance.

Lorsque les substances minérales sont dans leur plus grand état de perfection, la réunion simple de trois de ces caractères, la cristallisation, la pésanteur et la dureté, sont toujours suffisants à la distinction des espèces, et c'est ce qu'avoit déja apperçu le célèbre Romé de l'Isle. Je crois même qu'avec un très-grand usage de leur emploi, qui apprend à en modifier l'application, suivant l'état dans lequel se trouvent les substances, il y auroit fort peu de circonstances dans lesquelles ils ne seroient pas en effet dans le cas de suffir. Mais cet usage demande un très grand exercice, et sur tout une grande habitude de voir avec réflection les substances minérales; à ce défaut, les autres caractères viennent aider l'observateur, et lui donnent plus de facilité pour établir cette distinction.

PÉSANTEUR SPÉCIFIQUE.

§ 11. On entend par pésanteur spécifique des corps, le rapport qui existe entre leurs pésanteurs respectives, sous un volume égal, et pour y parvenir, on est convenu de les rapporter toutes, à celle d'un volume égal d'eau distillée, ou dépouillée de toute partie étrangère à elle.

L'eau a été choisie, pour point de comparaison, de préférence à toute autre substance, par la facilité qu'elle donne de rapporter à sa pésanteur, comme base fixe, celle de tous les autres corps, quel que soit leur volume. En effet, l'observation ayant appris que lorsqu'un corps est plongé dans l'eau, il perd une partie de son poids égale a celle du volume d'eau qu'il a déplacé, volume exactement égal au sien, si, après avoir pésé à l'air libre un cristal ou fragment quelconque de minéral choisi aussi pur que possible, on le pèse ensuite dans l'eau, la perte de poids qu'il éprouvera, indiquera nécessairement celle qui appartient à un volume d'eau parfaitement égal au sien.

Si donc on représente la pésanteur spécifique de l'eau pure, par un nombre quelconque, on obtiendra celle relative du corps pésé, en calculant le quatrième terme de la proportion suivante : le poids perdu par le corps pésé, ou, ce qui revient au même, le poids d'un volume d'eau égal au sien, est au poids absolu de ce corps, comme le nombre choisi pour représenter la pésanteur spécifique de l'eau, est à la pésanteur spécifique de ce même corps.

§ 12. Les auteurs varient dans la fixation du nombre destiné à représenter la pésanteur spécifique de l'eau. Plusieurs ont pris l'unité, d'autres la représentent par 10 ; d'autres enfin par 1000, et même 10000.

Lorsque l'on prend l'unité, à l'exception de quelques métaux à l'état métallique, tels que le platine, l'or, l'argent, le mercure et le plomb,

tous les autres minéraux ont leur pésanteur spécifique représentée par un seul chiffre suivi ordinairement de trois décimales; l'usage étant de pousser l'exactitude jusqu'à une millième près. Elle est représentée par deux chiffres, suivis de deux décimales, lorsque l'on prend 10 pour représenter la pésanteur spécifique de l'eau; et par 4 ou 5 chiffres, sans décimales, lorsque l'on prend 1000 ou 10000.

Les auteurs français, ainsi que la plupart de ceux allemands, ont adopté la représentation du poids de l'eau par l'unité. Ceux Anglais ont adopté celle par 1000. Mr. Brisson, l'auteur qui a le plus travaillé sur les pésanteurs spécifiques, avoit adopté la représentation par 10: c'est celle à la quelle je donne la préférence, parcequ'elle m'a toujours paru être celle qui permet de saisir, le plus promptement et le plus facilement, le rapport qui existe entre les pésanteurs spécifiques des différentes substances; leurs variations les plus essentielles, à cet egard, portant sur les deux premiers chiffres des nombres, quels qu'ils soient, qui représentent ces pésanteurs.

§ 13. L'eau variant de pésanteur, non seulement suivant son dégré de pureté, mais aussi suivant le dégré de température auquel elle est élevée, il ne suffit pas, pour avoir, à son égard, un point fixe, de prendre de l'eau distillée, il faut encore que cette eau soit constamment à la même température, que l'usage a fixé au 14eme dégré du thermomètre de Réaumur, ou à un peu plus du 63eme de Farenheit.

§ 14. Cela posé, je suppose que je veuille déterminer la pésanteur spécifique d'un morceau de chaux carbonatée dont le poids absolu, pris à l'air libre, est de 30,22 grains, je le pèse ensuite dans l'eau, et trouvant que sa pésanteur est alors de 19,16, je retranche ce dernier nombre de celui 30,22, le reste 11,06 représente le poids de la partie d'eau qu'il a déplacé. Etablissant ensuite cette proportion, 11,06 : 30,22 : : 10 : x le quatrième terme, qui sera 27,32, donnera la pésanteur spécifique de ce morceau. Or, par la nature de la proportion, cette opération se borne à diviser le poids dans l'air, de la substance dont on veut avoir la pésanteur spécifique,

par son excédent sur ce même poids, pris dans l'eau, en diminuant d'un ordre les décimales du dividende.

§ 15. La pésanteur absolue de l'eau distillée, prise par M. Brisson, à la température du 14[me] dégré du thermomètre de Réaumur, étant de 70 livres pour le pied cube, lorsque l'on connoit la pésanteur spécifique d'une substance, il est toujours très facile d'en connoître celle absolue, par une simple proportion. Par exemple, si on désiroit savoir la pésanteur absolue de la chaux carbonatée, en établissant cette proportion : la pésanteur spécifique de l'eau, est à celle du corps pésé, comme le poids absolu de l'eau, est à un quatrième terme cherché ; ce quatrième terme seroit la pésanteur absolue de la substance pésée. Dans l'exemple cité plus haut, cette proportion seroit 10 : 27,32 : : 70 : x. et le quatrième terme, 191,20 livres, seroit le poids demandé du pied cube de chaux carbonatée.

Les deux instruments, employés pour prendre les pésanteurs spécifiques, soit la balance de Nicholson, qui est une application très ingénieuse du pèse-liqueur, soit la balance à fléau, sont aujourd'hui trop bien connus, pour avoir besoin d'une explication particulière.

§ 16. Le caractère de la pésanteur est nécessairement soumis à quelques variations, soit à raison des différents mélanges, qui peuvent se rencontrer dans les substances qu'on examine sous ce rapport, soit à raison de la réunion plus ou moins exacte, entre elles, de toutes les molécules intégrantes qui sont entrées dans leur formation. La pésanteur spécifique est donc très difficile à établir exactement, et l'on est exposé à le faire d'une manière extrêmement défectueuse, lorsqu'on se repose sur celle prise sur un seul échantillon. Cette observation m'a déterminé, lors de la fixation de ce caractère, dans les substances minérales, à prendre, lorsque la chose est possible, une moyenne proportionnelle entre un nombre assez considérable, de pésanteurs spécifiques prises sur les variétés qui me paroissoient le plus se rapprocher de l'état de pureté.

En faisant usage de ce caractère, dans la détermination des sub-

stances, il ne faut pas perdre de vue cette variation à laquelle il est soumis, et lui accorder une certaine latitude, soit au dessus, soit au dessous de la pésanteur spécifique fixée pour être la sienne. Cette latitude, dans les morceaux non sensiblement impurs, m'a toujours semblé avoir pour bornes $\frac{1}{50}$ au dessus, ou au dessous, de la véritable. Dans les substances qui ne sont pas cristallisées, et qui sont par là sujettes à être plus mêlangées de parties étrangères à elles, cette latitude est plus grande. Elle l'est encore davantage dans les métaux, dans lesquels le mélange de substances étrangères est extrêmement fréquent, souvent très considérable, et y est beaucoup plus difficilement apperçu.

DURETÉ.

§ 17. Nous n'avons, jusqu'à ce moment, pu trouver encore aucun moyen de prendre et établir une dureté positive dans les substances minérales: tous nos moyens, à cet égard, se bornent à établir ce caractère par simple comparaison du connu à l'inconnu. C'est ainsi que la dureté relative de la chaux carbonatée, étant une fois fixée, peut nous servir de premier terme de comparaison générale, pour toutes les pierres tendres; le verre, pour celles semi dures, et le quartz, pour celles dures. On sent aussi, qu'entre la dureté de la chaux carbonatée et celle du verre, entre celle du verre et celle du quartz, et enfin entre celle du quartz et celle du diamant, y ayant une immensité de points intermédiaires, chacune des substances minérales qui viennent se placer à un de ces points, peut servir de terme de comparaison à celle dont la dureté, supérieure à la sienne, en est la plus voisine. Le meilleur terme de comparaison que j'aie pu trouver, pour établir la dureté relative de la chaux carbonatée pure, est le cuivre jaune, tel qu'il est employé, dans le commerce, pour les instruments de mathématiques: elle est rayée, avec assez de facilité par lui, et le raye elle même, mais avec beaucoup moins d'aisance. Je crois devoir observer ici que, lorsqu'on essaye cette dureté sur les faces des cristaux, le poli de la nature, en faisant glisser sur ces faces, les angles du corps dont ou se sert, pour cet objet, fait bien souvent paroître la substance beaucoup plus dure qu'elle ne l'est en réalité; cette dureté doit en conséquence être prise sur le plan des cassures.

§ 18. J'observerai, en outre, que la méthode d'essayer la dureté des minéraux avec un instrument tranchant, pour en juger d'après la facilité avec laquelle il les entame, est extrêmement fautive. Nombre de substances ont leurs molécules intégrantes, très faciles à séparer par ce moyen, par suite du peu de force d'adhésion qui existe entre elles;

tandis que la dureté de chacune de ces molécules intégrantes est en réalité très-considérable. Tel est, par exemple, le mica, dont la substance est facilement coupée et même taillée avec un couteau, et qui cependant a une dureté assez considérable pour rayer le verre avec facilité, et avec lequel je suis même parvenu à rayer le quartz, en me servant de morceaux purs, très épais, et aux angles ou arêtes desquels la masse étoit suffisante pour servir de point d'appui. On sent enfin que la dureté, dans les substances minérales, doit varier à raison de la perfection dans la formation de la substance et des mélanges accidentels qu'elle peut renfermer, et qu'il faut tenir compte de cette variation dans l'essai qu'on en fait.

§ 19. Lorsque, pour essayer la dureté des substances minérales, on passe leurs angles sur le verre en appuyant un peu fortement, il en existe plusieurs qui dans ce cas laissent à l'endroit où on les a frottées une trace assez considérable, produite par des parties mêmes de leur substance extrêmement divisée, et adhérant avec plus ou moins de force au verre; si alors on se contente de passer le doigt dessus à dessein d'enlever ces parties, elles ont une telle adhérence avec le verre, que le plus grand nombre d'elles lui reſtent attachées: elles font alors éprouver à l'ongle, lorsqu'on le passe dessus, une sensation rude qui donne à ces endroits parfaitement l'aspect du verre dépoli. Il est dans ce cas nécessaire pour vérifier l'état positif du verre, de passer sur ces endroits un linge mouillé; encore, pour enlever ces parties complettement, faut-il bien souvent employer quelque soin: le talc, la stéatite, &c. sont, par exemple, dans ce cas.

CASSURE.

§ 20. La cassure n'est pas un caractère particulier proprement dit; c'est une suite absolue de la structure cristalline des substances sur lesquelles elle a lieu. Toute cristallisation ayant pour base un cristal primitif de forme déterminée, dont l'accroissement se fait par superposition de molécules placées sur toutes ses faces, a en réalité une texture lamelleuse. Mais la force d'adhésion, ou de cohésion, des molécules entre elles, et par conséquent aussi celle des lames, variant considérablement, selon la nature des substances la cassure varie avec elle. Dans plusieurs cette adhésion est peu considérable et peut être vaincue, assez facilement, par la force employée pour la détruire, alors la cassure de la substance se fait suivant la direction naturelle des lames: cette cassure est toujours *lamelleuse*, et, lorsqu'elle est faite suivant tous les sens selon lesquels elle est praticable, elle ramène la substance cristalline sur laquelle elle est faite à sa forme primitive. Dans nombre d'autres substances, la force d'adhésion des molécules entre elles est si considérable que nul moyen phisique extérieur ne peut parvenir à les séparer, ou du moins ne les sépare qu'avec une très-grande difficulté: la cassure de ces substances cesse alors d'être lamelleuse, et elle prend différents aspects suivant le dégré d'adhésion des molécules entre elles, et la direction suivant laquelle elle a été faite. Lorsque cette adhésion est telle, qu'on ne peut séparer les lames cristallines qu'avec la plus grande difficulté, et jamais sous une étendue un peu considérable, la cassure est *conchoïdale*, si elle a lieu suivant une direction approchant de celle qui appartient aux lames de la cristallisation: mais, si elle est faite sous une direction qui en soit plus ou moins écartée, elle est alors, soit *imparfaitement conchoïdale*, soit *ondulée.* Enfin, si cette cassure est faite suivant une direction totalement opposée à celle des lames, elle présente un aspect plus ou moins *raboteux*, ou même paroit chargée de petites aspérités, suivant le dégré de dureté

du corps sur lequel elle est faite : lorsque ces aspérités sont très foibles, elles lui donnent un aspect particulier qui a été désigné sous le nom de *cassure vitreuse*. Nombre de substances étant cassées suivant différentes directions, présentent toutes les cassures, d'après la direction qu'on leur donne : le quartz, par exemple, est dans ce cas. Dans quelques unes, telles que le feldspath, les cassures qui sont très faciles à obtenir suivant la direction d'une partie des faces de leur cristal primitif, sont extrêmement difficiles à obtenir suivant celle des autres ; on conçoit que, dans ce cas, la cassure est sujette à éprouver de même diverses variations.

Pour tirer de ce caractère tout le partie dont il est susceptible, il est donc nécessaire que l'observateur connoisse parfaitement la cristallographie, et ait, en même temps, la main exercée ; mais alors son usage est très-utile à la reconnoissance des minéraux. La cassure fait une partie essentielle de l'étude de la cristallographie.

Il en existe encore deux autres variétés, celle *écailleuse* et celle *terreuse*. Lorsque les substances sont le résultat de la précipitation de parties, plus ou moins considérables, existantes dans un liquide à l'état de simple division, les molécules qui les composent, ayant une forme irrégulière, se séparent les unes des autres par l'effort exercé sur elles, sans aucun ordre ou régularité : la cassure alors est couverte de petites aspérités qui n'ont aucun lustre quelconque ; elle porte dans ce cas le nom de *cassure terreuse :* cette cassure est à gros grain, ou à grain fin, suivant le volume des petites aspérités. Quelquefois, cependant, de petites parties cristallines se mélangent à celles simplement terreuse qui se précipitent ; alors la cassure montre, çà et là, de petits points brillants qui, lorsqu'ils sont un peu considérables, laissent appercevoir une cassure partielle, soit lamelleuse, soit conchoïdale, suivant leur nature. La chaux carbonatée à l'état de pierre calcaire grossière est, par exemple, souvent dans ce cas.

D'autres fois, dans les substances non cristallisées, les parties précipitées sont extrêmement fines, et, sans jouir entre elles de la force de cohésion qui existe entre les molécules cristallines des substances, elles jouissent souvent, et même quelquefois jusqu'à un point con-

sidérable, d'une partie de cette force ; alors le grain de la cassure est très-fin, et cette même cassure, ayant éprouvé à raison de la cohésion, quelque résistance, il se fait de petites cassures partielles qui restent flottantes sur celle totale, c'est la *cassure écailleuse*. Toutes les pierres à l'état connu sous la dénomination de compactes, telles que la chaux carbonatée compacte, le feldspath compacte, &c. sont dans ce cas. Il est inutile de dire qu'il se mélange aussi fort souvent, parmi elles, de petites parties à l'état cristallin qui se laissent de même appercevoir dans la cassure.

REFRACTION.

§ 21. La réfraction double ou simple, tenant probablement à la texture de la substance qui la montre, est un très-bon caractère; mais, à l'exception d'un petit nombre de cas, il est d'un usage extrêmement difficile même à la main la plus exercée. Il demande d'ailleurs de la part des substances sur lesquelles on veut l'observer, un ensemble de circonstances, telles que le volume, la pureté, la transparence, &c. qu'il est souvent fort difficile de rencontrer, et sur nombre d'elles presqu'impossible. Le savant qui a le plus travaillé sur ce caractère, M. l'Abbé Haüy, ayant cité son existence dans celles des substances sur lesquelles il a été possible jusqu'ici de l'observer, je donnerai le caractère de la double réfraction d'après lui, lorsque je parlerai de chacune des substances qui l'auront montrée. Cette double réfraction n'a lieu, sur la plus grande partie des substances qui en sont douées, qu'en regardant à travers deux faces inclinées entre elles du même cristal: mais jusqu'ici on n'a observé nulle régle qui puisse diriger l'observateur à l'égard du choix de ces deux faces; c'est le tâtonnement qui les fait trouver. M. l'Abbé Haüy observe, qu'il y a beaucoup de substances minérales, et principalement parmi celles qui ont été connues jusqu'ici sous le nom de Gemmes, qui, quoique douées de cette propriété, ne la laissent appercevoir qu'après avoir été taillées par le lapidaire; et il ajoute que fort souvent cette double réfraction est si foible, que les deux images qu'elle produit se touchent et ne la laissent appercevoir que par le doublement des contours. En général, ce caractère, qui seroit en effet extrêmement utile, s'il étoit d'observation facile et toujours possible, est rendu à peu près inutile par les difficultés souvent insurmontables, qu'il présente dans son application.

ÉLECTRICITÉ.

§ 22. La propriété électrique par le frottement, est aussi un fort bon caractère auxiliaire dans les substances minérales; et il est d'autant meilleur que l'observation en est extrêmement facile. Il n'en est pas de même de celle qui appartient à l'électricité par la chaleur, et dans laquelle les substances qui l'acquièrent, montrent l'électricité vitrée d'un côté et celle résineuse de l'autre. Les topazes du Brésil, de Siberie et de Saxe, sont bien certainement de simples variétés de la même substance, cependant les deux premières, celles du Brésil et de Sibérie, sont douées de cette électricité, tandis que celle de Saxe en est totalement dépourvue. Parmi les pierres, qui appartiennent d'une manière non douteuse à la tourmaline, il en existe un grand nombre dans lesquelles cette électricité ne se montre que très-foiblement, et plusieurs dans lesquelles elle n'existe pas du tout; ce qui a déterminé nombre de minéralogistes, principalement ceux de l'école de M. Werner, de les séparer de la tourmaline pour en faire une espèce à part sous l'ancienne dénomination de schorl.

§ 23. L'observation qui en outre a fixé, dans les substances qui montrent ce mode d'électricité, une différence constante entre les deux sommets ou extrémités des cristaux, de manière à en faire un caractère de leur cristallisation, est très-fautive. J'ai rencontré plusieurs fois parmi les tourmalines, soit de Ceylan, soit du Pégu, des cristaux dans lesquels ces deux extrémités, parfaitement conservées et régulières, étoient absolument semblables; l'œil, armé même d'une forte loupe, ne pouvoit y observer aucune différence. Le même fait m'a été montré aussi parmi les cristaux, ordinairement très-parfaits et d'un volume souvent très-considérable, de la tourmaline du Groenland. Il en est de même aussi dans la boracite, dans laquelle il existe des cristaux en dodécaèdres à plans rhombes

très-parfaits, et dans lesquels par conséquent tout est parfaitement symétrique: ce qui fait disparoître les faits fondés sur les observations que je viens de citer, du nombre de ceux qui, par leur présence invariable dans les espèces qui les renferment, doivent être considérés comme caractéristiques.

Il n'en est pas moins vrai que, parmi les cristaux de tourmaline, ainsi que parmi ceux de boracite et de la topaze du Brésil, le plus communément les deux extrémités sont différentes, et ce fait mérite d'être observé; mais cette différence n'est nullement absolue, et par conséquent exigée, et elle ne peut d'après cela former un caractère déterminé pour le minéral qui en est doué. Il est essentiel, surtout parmi les caractères propres à faire reconnoître les substances, de se garder de généraliser ceux qui, quoique très-communs dans quelques unes d'elles, peuvent cependant ne pas s'y rencontrer sans en changer pour cela la nature. J'ajouterai, à ce que je viens de dire à l'égard des faits particuliers souvent trop généralisés, que plusieurs auteurs ont dit, sans y ajouter aucune restriction, que lorsque la tourmaline étoit transparente elle ne l'étoit jamais dans le sens de l'axe ou de la longueur de son prisme, mais seulement dans celui de son épaisseur: j'ai vu, et même je possède, des tourmalines aussi transparentes dans le sens de leur axe que dans celui de leur épaisseur: il en est de même dans le mica. Les généralités fautives, données sur tout par des savants faits pour inspirer une confiance absolue dans leurs observations, sont propres à faire exclure de l'espèce d'une substance des morceaux qui lui appartiennent très-certainement, ou, ce qui est encore plus fâcheux, donnent lieu à l'introduction de nouvelles espèces, fait qui n'a que trop souvent lieu.

§ 24. J'ajouterai cependant à ce que je viens de dire, mais comme fait général soumis à diverses exceptions, que les sels et les pierres jouissant d'un certain dégré de pureté, et ayant leurs surfaces lisses, acquièrent l'électricité vitrée par le frottement; que les substances inflammables acquièrent celle résineuse, à l'exception

cependant du diamant qui en acquiert une vitrée ; et enfin que les métaux, qui sont à l'état métallique, ou voisin de cet état, sont de très-bons conducteurs de l'électricité.

§ 25. M. l'Abbé Haüy, dans sa minéralogie, donne un moyen très-simple pour reconnoître les substances électriques par le frottement. C'est une petite aiguille de cuivre, terminée, à ses deux extrémités, par une boule du même métal, et placée sur un pivot sur lequel elle puisse se mouvoir très-facilement : on frotte le morceau que l'on veut éprouver sur du drap, et on le présente ensuite à l'une des deux boules, la distance à laquelle il est attiré indique assez bien la force de l'électricité.

Pour déterminer, dans les substances électriques par la chaleur, l'extrémité dans laquelle réside chacune des deux électricités, il conseille de placer à l'extrémité d'un bâton de cire d'espagne, un fil de soie d'environ trois lignes de longueur, et, après avoir frotté ce bâton, de le présenter à chacune des deux extrémités de la substance ; celle dans laquelle réside l'électricité résineuse repousse le fil, tandis qu'il est au contraire attiré par l'autre extrémité.

COULEUR.

§ 26. Il paroit que dans l'état le plus pur et le plus parfait un très grand nombre des substances pierreuses, si ce n'est même le plus grand nombre, est incolore; et que les couleurs qu'elles montrent, et qui souvent sont très-variées, leur sont apportées par un principe étranger à ceux qui composent leur substance. Dans celles mêmes des pierres dans lesquelles le fer, par l'abondance avec laquelle il s'y rencontre, sembleroit annoncer devoir, du moins dans quelques cas, faire nombre parmi leurs parties constituantes, telles que le grenat, la couleur n'en est pas plus fixe, et est au contraire soumise à des variations, qui semblent indiquer qu'alors le principe colorant doit être totalement indépendant du fer combiné. La couleur ne peut donc en aucune manière être considérée comme caractère distinctif dans les pierres: nous verrons par la suite qu'il en est tout autrement, à quelques exceptions près cependant, à l'égard des métaux. Toutefois, sans qu'on puisse encore en assigner la véritable raison, il est de fait que les pierres affectent assez généralement une couleur plus particulièrement qu'aucune des autres, et que plusieurs aussi sont plus habituellement incolores. Il est donc très-bon de faire observer cette disposition de leur part, qui peut même, avec quelque précaution, être employée d'une manière utile; mais il faut être extrêmement en garde contre ce caractère, qui porte d'ailleurs en lui quelque chose de très-attrayant, et se rappeller constamment que ce n'est nullement un caractère distinctif, mais un simple caractère éventuel.

PHOSPHORESCENCE.

§ 27. Je place aussi parmi les caractères éventuels la phosphorescence, et principalement celle que montrent nombre de pierres étant placées sur un charbon ardent, ou, mieux encore, sur une pelle échauffée au moment où elle va perdre la chaleur rouge. Cette phosphorescence ne me paroit être en effet dans aucune d'elles un caractère essentiellement inhérent à la nature de leur substance, et par conséquent spécifique ; il n'est pas jusqu'à la chaux fluatée qui ne présente des exceptions : elles sont rares, j'en conviens, mais elles existent. J'ai rencontré, par exemple, dans ce cas une chaux fluatée du Cumberland cristallisée en cubes et d'un bleu si foncé qu'il paroit noire : elle ne donne aucune lueur phosphorescente par l'action du feu, et y conserve constamment sa couleur. On sait que la variété de l'apatite, ou chaux phosphatée, d'Espagne et de Norwége, à laquelle on a donné le nom de spargelstein, ne partage point la qualité phosphorescente de celle de Saxe, de Bohême, de Cornwall, &c. ainsi que de celle terreuse d'Estramadure en Espagne. La chaux carbonatée prise principalement parmi celles colorées en un brun jaunâtre plus ou moins foncé ; un grand nombre de celles prises dans les roches calcaires coquillières ; celle de certains filons, comme, par exemple, de la plupart de ceux du Derbyshire, &c. sont phosphorescentes sur la pelle échauffée, tandis que celle de beaucoup d'autres filons, et principalement celle qui est parfaitement incolore, ne montrent aucune trace quelconque de cette même phosphorescence. J'ai trouvé des quartz, colorés en brun noirâtre, phosphorescents de cette manière : et enfin j'ai fait voir, dans un mémoire qui a été inséré dans le 73[ème] numéro du journal des mines, que la trémolite n'est phosphorescente qu'accidentellement, et seulement à raison de la chaux carbonatée magnésienne grenue, dite dolomie, qui est interposée dans sa substance.

§ 28. Cette particularité, que présentent nombre de substances minérales, d'être phosphorescentes, soit par l'action de la collision, soit par celle de la chaleur, soit par ces deux moyens réunis, est un phènomêne très-intéressant et dont jusqu'ici l'explication n'a pas même encore été essayée. Il existe peu de faits cependant qui soient plus propres à exciter la curiosité.

Cette propriété, et principalement celle dont le développement se fait par l'action de la chaleur, a nécessairement de très-grands rapports avec la couleur des pierres dans lesquelles elle se montre, puisque cette couleur disparoit à mesure que la phosphorescence s'affoiblit, et que leur décolorisation est complette à l'instant où toute phosphorescence cesse d'exister.

§ 29. Mais est-il donc bien certain que la matière colorante des pierres appartienne habituellement à une substance métallique: et, dans un très-grand nombre, ne paroitroit-il pas que la couleur est un effet naturel de la lumière entrée dans leur formation, soit comme partie intégrante étrangère, soit même, dans quelques unes, comme partie composante essentielle? D'un autre côté aussi, est-il bien certain que la qualité lumineuse soit une propriété essentielle au fluide de la lumière, et non une simple qualité acquise par elle par un très-grand mouvement, et qu'elle perd dans l'état de repos; ainsi qu'il paroitroit en être de même à l'égard des autres fluides les plus subtils, tels que ceux de l'electricité, du galvanisme, de la chaleur, &c. &c. et, sous ce dernier état, le fluide de la lumière ne pourroit-il pas, ainsi que ceux de l'electricité et de la chaleur, pénétrer et circuler jusque dans les entrailles de la terre, et même avec accumulation? L'obscurité qui régne dans ces gouffres de ténèbres ne seroit plus alors un obstacle à y concevoir sa présence. Je m'arrête à ces deux questions qui, poussées plus loin, m'écarteroient beaucoup trop de l'objet auquel appartient cet article.

§ 30. La meilleure manière d'essayer la phosphorescence des substances minérales, est de les pulvériser, et de projetter ensuite

leur poudre sur une pelle échauffée au rouge portée à l'obscurité et au moment même où elle passe du rouge au noir. Quelque foible que soit la phosphorescence, elle est toujours apperçue par ce moyen.

Sa durée, dans les différentes pierres dans lesquelles l'action de la chaleur la développe, varie considérablement suivant la nature de chacune d'elles: et, comme leur parfaite décolorisation n'a lieu que lorsque cette phosphorescence est épuisée, le temps nécessaire pour cette décolorisation suit la même proportion. La chaux phosphatée, par exemple, est de toutes les substances pierreuses que j'ai essayées, celle qui perd le plus promptement sa phosphorescence de cette manière; vient ensuite la chaux carbonatée magnésienne dite dolomie; après elle la chaux carbonatée commune; ensuite le stronthian carbonaté, après lequel vient enfin la chaux fluatée. Un morceau coloré en vert jaunâtre de cette dernière substance, étant placé sur des charbons ardents, a exigé au moins une demi heure pour la perte complette de sa phosphorescence et de sa couleur. Autant qu'il m'a été possible, les morceaux que j'ai essayés avoient tous à peu près un pouce en quarré.

§ 31. On peut ajouter au nombre des caractères éventuels, le chatoyement, le magnétisme et le happement à la langue. Ces caractères, ainsi que ceux déjà décrits, de l'électricité, de la couleur et de la phosphorescence, lorsqu'ils sont employés par un observateur accoutumé à l'étude des minéraux, peuvent, dans nombre de cas, aider à les reconnoître; mais, plus souvent encore, ils sont employés à former les variétés de l'espèce.

CHATOYEMENT.

§ 32. Le chatoyement, lorsqu'il n'appartient pas à un accident d'altération dans les substances, est une dépendance directe de la cristallisation. Il dérive toujours d'une imperfection dans la position respective de quelques-unes des molécules de la substance cristallisée. Si, lors de la cristallisation et par suite d'une cause quelconque qu'il est difficile de pouvoir établir, quelques-unes des molécules cristallines ou ne se placent point à leur véritable place ou viennent à y manquer totalement, la lumière, parvenue au point où ces molécules manquent, y est réfléchie par les parois de la petite cavité qui a pris leur place. Cette réfléxion provient donc toujours de l'entre-deux des lames de la cristallisation : elle occasionne une interruption, et même une perte, dans la lumière réfractée. Il en résulte qu'une pierre chatoyante ne peut être parfaitement transparente ; et, comme elle exige en même temps la pénétration de la lumière du moins jusqu'à un certain point, elle ne peut non plus être parfaitement opaque.

§ 33. Le chatoyement se fait appercevoir sur des parties différentes des cristaux, suivant leur forme ; et cela, très-probablement, d'après la direction des parois des petites cavités qui la font naître. Dans les rhomboïdes le chatoyement, lorsqu'il existe, se fait appercevoir au dessous des angles saillants pris pour sommets, ou dus à la réunion de trois angles plans semblables : aussi lorsque ces angles sont remplacés par un plan, ce plan de remplacement est-il bien souvent chatoyant ; tel est le chatoyement nacré de la chaux carbonatée ; tel est encore celui beaucoup plus frappant et ayant souvent un reflet, soit doré, soit argentin, du corundum, &c. Dans les prismes, ainsi que dans le cube, il se montre sur deux de leurs faces opposées, et cela le plus ordinairement sur celles qu'on s'accorde à regarder comme étant leurs faces terminales. Lorsque,

ce qui est assez fréquent, ces prismes ont deux faces opposées sur lesquelles la division naturelle se fait avec beaucoup plus de résistance que sur les autres, ce sont communément ces mêmes faces sur lesquelles le chatoyement se fait appercevoir. Ces faits ne doivent cependant être considérés que comme des faits généraux qui supportent quelques exceptions, ainsi qu'on le verra par la suite.

La réflexion de la lumière dans les minéraux présentant plusieurs faits et observations extrêmement intéressantes, je vais entrer dans quelques détails à l'égard de ce caractère éventuel et auxiliaire.

§ 34. Quelquefois les petites cavités, dans lesquelles se fait la réflexion qui produit le chatoyement, sont très-voisines de la surface sur laquelle il a lieu, et en même temps sont toutes placées sur un même niveau. Dans ce cas, la réflexion se fait avec toute la masse des rayons de la lumière, et lorsque la substance est incolore, le chatoyement a un lustre éclatant connu sous le nom de *nacré*, qui paroit au premier aspect n'être qu'un simple reflet partant de cette surface même: la stilbite et la chaux carbonatée en offrent des exemples frappants. Lorsque la chaux carbonatée présente le rhomboïde primitif avec remplacement de ses deux angles saillants, considérés comme sommets, par un plan perpendiculaire à l'axe, ce plan est très-communément nacré: il l'est prèsque toujours, lorsque les plans de remplacement ont pris un accroissement tel qu'ils ont fait presque disparoître les plans du rhomboïde primitif; cas dans lequel les cristaux en même temps sont très-minces. On distingue très-facilement avec la loupe sur plusieurs d'entre eux, à travers leur substance et fort près de la surface des plans nacrés, le niveau d'où part la réflexion.

§ 35. Dans les rhomboïdes, la réflexion ne se borne pas à avoir lieu dans les petites cavités placées au dessous des plans de remplacement de l'angle saillant de leur sommet; elle a lieu aussi dans l'entre-deux des lames qui viennent aboutir, par leurs bords, à ce plan. Alors le chatoyement cesse d'avoir un reflet incolore et nacré,

et est habituellement coloré : tel est le chatoyement, plus volontiers doré, mais quelquefois aussi argentin et même, sur quelques morceaux, d'un gris bleuâtre, que présentent si fréquemment ces faces de remplacement dans le corundum. Dans ce cas, il est assez ordinaire qu'il se fasse en même temps une réflexion de la lumière dans l'intervale des lames, sur les points qui répondent aux arêtes du rhomboïde primitif; alors la réflexion totale se fait sous six directions différentes. Telle est la cause qui fait que lorsque l'on taille en cabochon un corundum, rubis oriental ou saphir, de manière à faire passer le sommet de la courbe sous celui du rhomboïde primitif, le chatoyement trace alors, sur la partie arrondie, une étoile composée de six rayons : ces pierres sont connues sous le nom d'astéries. Jusqu'ici cet effet n'a été obtenu que sur des pierres appartenant au corundum, mais je suis très-persuadé qu'on l'obtiendroit sur plusieurs autres, et très-probablement même sur certains cristaux de chaux carbonatée, s'ils étoient taillés en conséquence et avec intelligence.

Je possède des cristaux de chaux carbonatée du hartz, en prismes hexaèdres très-minces, dans lesquels la formation des plans du prisme sur ceux du rhomboïde primitif, paroit avoir laissé un léger espace entre eux : la lumière est réfléchie dans cet espace, et comme la substance du prisme est très-transparente, on distingue à travers elle les plans du rhomboïde primitif qui réfléchissent un blanc nacré, et dont le sommet touche en un point ses faces terminales : les arêtes du rhomboïde ne réfléchissent pas le même blanc nacré, et, étant d'une couleur grisâtre, se détachent parfaitement à la vue, et lui font embrasser facilement toute la pyramide du rhomboïde primitif. Ces cristaux sont du plus grand intérêt.

§ 36. La lumière, ainsi qu'on l'a déjà vu dans la citation du chatoyement du corundum, n'est pas toujours réfléchie en masse, ou totalité de rayons dans les pierres. Dans un grand nombre elle paroit être décomposée et n'être réfléchie alors, en nous servant de l'expression usitée jusqu'ici, que par rayons isolés. Dans ce cas la

réflexion est colorée d'une couleur uniforme lorsque ce sont toujours les mêmes rayons qui sont réfléchis; mais souvent aussi la lumière est réfléchie par rayons différents, alors la réflexion cesse d'être d'une couleur uniforme et le chatoyement est diversement coloré.

Le feldspath brun chatoyant, nommé pierre de Labrador, en fournit un des exemples les plus frappants par la beauté ainsi que par la variété des couleurs dues à cette réflexion. Si on examine, avec attention et avec le secours de la loupe, une des plaques polies de ce feldspath, on reconnoit, avec beaucoup de facilité, que la réflexion part de l'entre-deux de ces lames cristallines. Comme le cristal primitif de cette substance est un prisme tétraèdre rhomboïdal à bases inclinées, ayant quatre de ses plans, opposés deux à deux, rhomboidaux, et les deux autres, sur lesquels le clivage est beaucoup plus difficile, rectangulaires, c'est sur ces derniers que se fait la réflexion qui produit le chatoyement: ces faces sont communément striées par la rencontre du bord des lames placées sur les autres, sur lesquelles d'ailleurs la division est extrêmement facile; et c'est entre les stries et parallèlement à la direction du plan des lames que la réflexion a lieu. En conséquence, celle colorée se montre, le plus habituellement, par bandes dont la largeur est assez généralement proportionnée à l'épaisseur de la plaque. De là vient aussi que, si en regardant la surface de ces plaques, la vue porte perpendiculairement sur les lames indiquées par les stries, l'effet de la réflexion ne se fait nullement appercevoir: il faut pour que cet effet devienne sensible, donner à la surface de la plaque une inclinaison telle que la vue puisse porter sur le plan des lames; et comme l'effet est d'autant plus fort que la vue apperçoit une plus grande étendue de ce plan et le frappe sous un angle moins aigu, cet effet varie à proportion de la variation d'inclinaison qu'on fait éprouver à la plaque: telle est la cause du chatoyement très-agréable que le mouvement leur fait produire. On peut parvenir quelquefois à cliver exactement un morceau de feldspath chatoyant, de manière à mettre le plan des lames parfaite-

ment à découvert; alors, en portant la vue sur la surface chatoyante, et la plaçant de manière à ce qu'elle produise le plus grand effet dont elle est susceptible, on suit la réflexion sur le plan même, mis à découvert, des lames, et on sent parfaitement alors le parallélisme de cette réflexion avec ce même plan. Je possède un feldspath chatoyant du plus beau bleu que j'ai cassé de cette manière, et sur lequel ce parallélisme est très-sensible. La variété dans les couleurs réfléchies peut dépendre, soit de l'épaisseur de la lame, soit de la nature ainsi que de la densité du fluide interposé entre les molécules.

§ 37. Le feldspath montre quelquefois un autre chatoyement d'un blanc nacré, parfaitement analogue à celui qui appartient à la stilbite, et dont le siège, différent de celui dont il vient d'être question, a aussi beaucoup d'analogie avec celui auquel appartient le même effet dans cette substance. Les faces qui montrent ce nouveau chatoyement, ne sont plus celles du cristal primitif sur lesquelles le clivage est le plus difficile, ce sont au contraire deux de celles sur lesquelles cette division naturelle est la plus facile, ainsi que cela existe dans la stilbite et dans la chaux carbonatée. Cette réflexion se fait fort près de la surface et sur un même niveau paralèlle à elle, et doit son blanc nacré à la même cause. Je possède un petit morceau de ce feldspath, qui vient du St. Gottard, sa substance ressemble beaucoup à celle du quartz laiteux, et le lustre nacré de ses faces est très-éclatant.

§ 38. Il ne faut pas confondre ces deux espèces de chatoyement dans le feldspath, ainsi que dans les autres pierres qui en montrent d'analogues, avec un autre chatoyement qu'on y observe aussi, et qui n'a absolument aucun rapport avec lui: c'est celui qui constitue la variété à laquelle les minéralogistes donnent le nom de feldspath aventuriné. Ce feldspath a été trouvé sur les bords de la mer blanche: mais, parmi ceux du Labrador, il en existe plusieurs dans lesquels cet effet est pour le moins aussi frappant; et un très-grand

nombre, dans lesquels on peut du moins en observer quelques traces. Si on soumet ces feldspaths à l'examen d'une forte loupe, on reconnoit que les points brillants, qui leur font produire cet effet aventuriné, appartiennent à de petites paillettes parfaitement distinctes et dont la forme est constamment rectangulaire. Quelquefois ces paillettes rectangulaires, étant placées les unes à côté des autres, forment différentes rangées que je ne puis mieux comparer, pour l'aspect quelles présentent, qu'à celles dues à la poussière colorée des ailes de papillons vues avec une des foibles lentilles du microscope. Mais le plus souvent elles sont sans aucun ordre apparent, et tel que le présenteroient ces mêmes poussières à l'endroit des ailes que l'on auroit légèrement froissé entre les doigts. Leur couleurs sont très-brillantes et montrent assez généralement le bleu, le violet, le vert, le pourpre et le jaune orangé, (ce dernier étant quelquefois un peu doré,) toutes couleurs primitives, et montrées aussi par le chatoyement du feldspath lui-même. Ces couleurs, ainsi que la forme constante de ces paillettes, me font présumer qu'elles appartiennent à des éléments même de la cristallisation troublés dans leur réunion, et restés épars dans la masse : que chacune d'elle est un petit cristal de feldspath chatoyant, qui se montre par une de ses faces rectangulaires et est par conséquent chatoyante. Le mica m'a plusieurs fois offert la même observation sur le plan des lames des faces terminales de son cristal primitif.

§ 39. Il ne faut pas confondre non plus ce chatoyement, qui tient à la texture première des substances qui le montrent, avec un autre totalement différent et qui provient de l'altération de cette texture. Par cette altération la substance se fendille, dans son intérieur, suivant une multitude de directions différentes : la lumière est de même réfléchie dans les interstices offertes par ces fissures, et de la diversité de leur direction, ainsi que de la différence qui existe à l'égard de la distance à laquelle chacune de ces petites fissures est de la surface chatoyante, dérive la beauté et la variété des couleurs de l'opale. On doit, je pense, rapporter la cause de ces fissures, dans les

substances qui les présentent par altération, soit à la perte de l'eau tant d'interposition que de composition, qui étoit entrée dans leur substance, soit au dégagement forcé d'un fluide élastique qui, dans nombre de circonstances, pouvoit aussi y être renfermé.

§ 40. Rien n'est plus propre à faire voir la propriété réfléchissante des parois des fissures, lorsqu'elles existent dans les pierres transparentes, qu'un superbe morceau de cristal de roche de Madagascar placé à Londres dans la collection de Sir Abraham Hume. Ce morceau, qui a été taillé en forme de coin obtus, a environ 6 pouces de longueur, sur trois pouces et demi dans sa plus grande largeur, et 2 pouces trois lignes dans sa plus grande épaisseur. Les faces étroites sont inclinées sur celles larges, de manière à faire avec elles deux bords de 70° et deux de 110°. L'intérieur de ce morceau, dont la substance est très-transparente, est garni d'aiguilles minces et alongées de titanium oxidé rouge, et renferme en outre de fort beaux cristaux de mica brun en prismes hexaèdres assez épais. Parmi les aiguilles de titanium, il en existe une, beaucoup plus grosse que toutes les autres, qui aboutit à la surface d'une des faces étroites du morceau, et comme en s'enfonçant dans son intérieur, cette aiguille, qui fait avec cette surface un angle très-aigu, se dirige vers un de ses bords de 70°, la même coupe qui a agit sur cette face a tronqué de biais son extrémité. En regardant à travers la face large qui est adjacente au même bord aigu, au lieu d'une seule aiguille on en apperçoit deux réunies par la partie coupée de biais, et placées à angle droit, l'une sur l'autre, en forme d'équerre. On observe, derrière cette réunion, une large fissure à laquelle est probablement due la réflexion qui produit cette image. Comme ce même morceau est rempli d'un grand nombre d'autres fissures, on observe ce même effet de réflexion à l'égard de plusieurs des autres petites aiguilles. Les faces, elles-mêmes, d'un cristal, lorsque la lumière tombe sur elles sous un angle aigu, peuvent devenir une cause de réflexion pareille. Le Dr. Woolaston, Secrétaire de la Société Royale de Londres, auquel la chimie et la phisique ont de grandes obligations,

m'a fait voir, à raison du fait précédent, qu'en collant un corps quelconque sur une des faces d'un prisme de verre et à la proximité d'un de ses bords, il existoit une position dans laquelle étant vu à travers la face adjacente, ce papier paroissoit double, et les deux images placées à angle droit l'une sur l'autre.

MAGNÉTISME.

§ 41. Le magnétisme n'est un caractère spécifique que pour très-peu de substances ; le fer à l'état métallique, deux de ses oxides, son sulfure attractif, qui est une espèce proprement dite et non une variété, et le nickel à l'état métallique. Cependant il se montre dans beaucoup d'autres substances ; mais il y est toujours accidentel, et doit sa présence à un nombre plus ou moins considérable de petites parties de fer oxidé attractif qui y sont interposées : de toutes les combinaisons dans lesquelles entre le fer à l'état attractif, la pyrite martiale attractive me paroit être la seule pour laquelle cette propriété soit essentielle. On pourroit peut-être objecter la variété du titane connue sous le nom de ménakanite ; mais dans tout ce que j'ai pu observer de cette substance, tantôt elle n'étoit que du fer oxidé attractif mélangé de titane oxidé, et souvent, dans ce cas, on y observe des octaèdres parfaitement prononcés, d'autres fois elle n'etoit que du titane oxidé, mélangé de fer oxidé attractif : le fer et le titane y jouent absolument le même rôle que le fer et le manganèse jouent dans le fer oxidé manganésien, et dans le manganèse martial.

Cependant, comme ce caractère se montre dans plusieurs substances, et qu'il y est du moins un garant, lorsqu'on l'y apperçoit, de la présence du fer oxidé attractif, et le plus habituellement de celui octaèdre, il mérite qu'on en fasse mention lorsqu'on le rencontre. Il facilite d'ailleurs de beaucoup la reconnoissance des seuls minéraux auxquels il appartient essentiellement.

HAPPEMENT À LA LANGUE.

§ 42. Ce caractère qui provient de l'avidité avec laquelle plusieurs substances minérales absorbent l'eau du moment où elles sont en contact avec elle, est une propriété essentielle de l'alumine. Il est par conséquent tout naturel que les substances dans lesquelles elle entre en grande abondance, à l'état libre et simplement comme mélange, jouissent à un plus ou moins haut dégré de cette même propriété.

§ 43. Mais les substances renfermant de l'alumine pure et libre, ne sont pas les seules dans lesquelles cette propriété soit dans le cas d'être reconnue. On en connoit plusieurs dans lesquelles il existe à peine de foibles traces d'alumine, le reste appartenant au quartz, et qui happent cependant et même beaucoup plus fortement à la langue que ne font celles argileuses; tel est, par exemple, l'hydrophane, le Tripoli, &c. Mais une grande partie de ces substances ne sont pas à leur état naturel et primitif, et dérivent de la décomposition de diverses autres substances par la perte d'une de leurs parties, soit intégrante, soit composante, qui pour le plus ordinairement est l'eau: tel que les calcédoines, silex, jaspe, chrysoprase, opale, &c. &c. Dans cet état, ces substances, qui sont devenues beaucoup plus légères, doivent être considérées comme étant remplies, dans leur intérieur, de petits vides produits par la perte des parties dégagées, et qui reçoivent de leur direction ainsi que de leur situation respective, la propriété d'agir sur l'eau à la manière des tubes capillaires.

§ 44. Ce caractère qui n'existe que dans quelques substances, et est dépendant de diverses causes particulières auxquelles ces substances ont été soumises, ne peut donc être regardé comme spéci-

fique; mais il est essentiel à remarquer, parcequ'il indique du moins l'état d'altération de la substance que l'on observe.

§ 45. Je crois que l'on est dans le cas de diviser en trois classes différentes, les substances qui jouissent de la propriété de happer à la langue.

1° Celles dans lesquelles cette propriété est due à la vertu absorbante de l'alumine pure et libre qui entre au nombre de leurs parties intégrantes : telles sont les argiles dites terres à porcelaine, les bols, l'argile cimolithe, quelques variétés de celles auxquelles ou donne le nom de lithomarge, &c.

2° Celles qui doivent cette propriété a la vertu absorbante qu'elles ont acquises par la perte de quelques unes de leurs parties, soit composantes, soit simplement intégrantes ; perte qui porte le plus habituellement sur l'eau de cristallisation. Sous cet état de décomposition la substance reste sous le même volume, et ses parties, à l'exception près de celles qu'elle a perdues, conservent respectivement entre elles la même situation. Par une décomposition plus complette, ces parties se désintègrent, cessent d'être dans la même situation respective les unes envers les autres, et le volume augmente ; alors elles finissent par perdre la propriété de happer à la langue, qu'elles avoient acquise sous une décomposition moins avancée. Toutes les décompositions des substances calcédoniennes, celle des substances auxquelles appartient l'opale, quelques variétés de lithomarges, qui ne sont alors que le résultat de la décomposition d'une substance jaspique, ou simplement calcédonienne, sont dans ce cas.

3° Enfin, celles qui ne devant pas leur structure à la cristallisation, ont admis dans cette structure des vides qui, par leur ensemble et leur direction, agissent à la manière des tubes capillaires ; telles que quelques variétés de la substance connue sous le nom de Tripoli.

§ 46. Ce caractère est sujet à varier considérablement dans sa force, quelques variétés de calcédoines altérées le possèdent à un

dégré si éminent, qu'il faut les essayer avec quelques précautions si l'on ne veut pas s'exposer à écorcher, soit sa langue, soit ses lèvres. D'autres au contraire le possèdent à un si foible dégré, que l'humectation de la langue est trop forte pour le reconnoître; dans ce cas il est souvent sensible aux lèvres légérement humectées.

OBSERVATIONS

SUR L'EMPLOI DES CARACTÈRES.

§ 47. On peut faire, à l'emploi des caractères dont il vient d'être question, pour reconnoître les substances minérales, le reproche qui leur a déjà fort souvent été fait, qu'ils ne peuvent, même ceux qui sont le plus essentiels, servir de moyen de reconnoissance que pour les pierres qui se rapprochent du dégré de pureté qui leur est propre; mais que ces mêmes caractères perdent la plus grande partie de leur utilité, soit à l'égard de celles qui, par la nature de leur mélange, s'écartent si considérablement de ce dégré de pureté que leur empreinte y est totalement effacée; soit à l'égard de celles qui, n'étant qu'une agrégation de petites parties appartenant à différentes substances, ont ces parties si fines que la loupe ne peut parvenir à les faire discerner. Cela est très-vrai: et c'est aussi ce qui fait que la partie de la minéralogie qui a trait à l'étude des roches, ou substances minérales en masse, est bien certainement la plus difficile. C'est cependant cette dernière connoissance qui est la plus essentielle à l'étude en grand de la minéralogie: ce sont ces mêmes roches ou masses qui composent la presque totalité de la partie solide de notre globe; et les substances plus pures et à l'état cristallisé qui s'y montrent quelquefois, ne sont, à leur égard, que de petites taches ou points isolés auxquels divers événements locaux et particuliers ont donné naissance: telle est la formation des filons, formation postérieure bien certainement à celle des roches qui les renferment; telle est aussi celle des fentes et fissures moins étendues et moins régulières. C'est à l'introduction, dans les parties vides renfermées dans ces masses, d'un fluide chargé le plus souvent des molécules intégrantes même des subftances minérales, et au travail de cristallisation paisible et tranquille qui s'en est suivi, que nous devons la plupart des substances minérales à l'état le plus voisin de la pureté.

Mais quoique la méthode qui sert à reconnoître ces substances ne puisse être appliquée avec autant d'exactitude et de facilité à la reconnoissance des masses qui les renferment, elle lui est cependant très-utile. Ce n'est même qu'après avoir acquis l'habitude de reconnoître facilement et promptement les substances minérales, à l'état plus ou moins voisin de celui de leur pureté, d'après leurs caractères spécifiques extérieurs, que le minéralogiste peut se mettre en état de porter dans l'étude des roches, le coup d'œil propre à lui faire discerner la nature des différents mélanges dont elles peuvent être composées. Il n'en est point d'ailleurs qui, examinées avec une grande attention, ne présentent quelques circonstances qui facilitent leur détermination : telles que des endroits dans lesquels une réunion plus lâche des parties permet non seulement d'en saisir la texture, mais encore d'en déterminer les éléments. Le point de jonction de ces grandes masses avec d'autres de nature différente est aussi très-utile à cette détermination, parce qu'ordinairement, à ce point de jonction, la nature s'est trouvée plus épuisée, dans son travail local, de quelques-unes des substances qui étoient entrées dans la formation de ces mêmes masses ; ou, si la roche est agrégée, a travaillée plus en grand chacune des parties de l'agrégation. La nature d'ailleurs passe rarement d'une manière tranchée d'un genre de roche à un autre, il arrive en conséquence très-fréquemment qu'à ces points de jonction il se fait, dans chacune d'elles, un nouveau mélange des éléments qui leur appartiennent, et dont le minéralogiste peut profiter pour s'aider dans leur étude.

Nombre d'autres circonstances encore, telles que la localité, viennent souvent aussi au secours du minéralogiste. Ce ne peut donc être que sur le sein même de la nature que l'étude difficile des roches peut être faite. Ce n'est qu'en profitant de tous les faits particuliers que les grandes masses peuvent présenter, dans toutes les parties de l'étendue qu'elles embrassent, qu'on peut parvenir à déterminer leur nature, et fort souvent même aussi le mode de leur formation. Mais, je le répète, ce n'est qu'après avoir acquis l'habitude de reconnoître les substances dans leur état parfait, et d'après

leurs simples caractères spécifiques extérieurs, que le minéralogiste pourra posséder les connoissances suffisantes pour discerner la nature, souvent très-composée, des grandes masses. La première de ces deux études doit donc être considérée comme servant d'introduction essentielle à la seconde.

§ 48. J'apporterai en preuve de l'utilité, et même de la nécessité, de la connoissance exacte des substances pour la détermination des roches, l'étude d'une des espèces auxquelles les minéralogistes Ecossais donnent le nom de whin; car cette dénomination est donnée par eux à une suite de roches totalement différentes entre elles et qui, pour le plus grand nombre, appartiennent à des espèces dont la nature est depuis long-tems déterminée et fixée. Le whin, dont il est ici question, n'a encore été ni décrit, ni même cité. Cette roche est souvent d'un grain fin et très-compacte qui, pour la texture ainsi que pour la couleur, ressemble parfaitement au basalte; alors il se confond avec plusieurs autres roches qui sont dans le même cas, et la nature de ses parties intégrantes est impossible à déterminer. D'autres fois il a une texture plus lâche et même grenue; et parmi les parties de cette roche qui appartiennent à cette dernière variété, il y en a dans lesquelles les grains plus considérables encore laissent, dans ce cas, appercevoir la nature des substances qui en forment les parties intégrantes; on y reconnoit alors, très-distinctement, surtout à l'aide de la loupe dont l'usage est absolument nécessaire dans l'étude des roches; 1° du feldspath compacte; 2° quelques parties de feldspath lamelleux; 3° des grains d'analcime, souvent en très-grande abondance, et quelquefois remplacés par de la préhnite, ou par de la stilbite; 4° des parties de hornblende, ordinairement en petite quantité; 5° de la stéatite d'un vert noirâtre et très-tendre; 6° quelquefois de petites parties de diallage d'un jaune brun; 7° des parties de fer attractif, parmi lesquelles il n'est pas rare de pouvoir appercevoir, avec la loupe, de petits octaèdres bien formés; 8° des parties de chaux carbonatée, abondantes dans certaines variétés et manquant presque totalement dans d'autres;

9° enfin, des parties d'argile à nud; et cela, principalement, dans les variétés dont la texture est lâche et le grain terreux. Toutes ces parties intégrantes sont confusément mélangées, et d'après leur grand nombre on sent combien cette roche doit varier, soit par l'augmentation, soit par la diminution, soit même par la disparition totale d'une ou d'un certain nombre d'elles. On voit facilement aussi la cause de sa fusibilité, ainsi que celle qui, dans le refroidissement lent qui ramène sa solution opérée par le feu à l'état pierreux, lui fait montrer des formes cristallines plus ou moins parfaites, mais le plus souvent en rayons divergents.

§ 49. Je terminerai cet article en observant que, comme c'est aux dépens du détriment de la roche primitive, soit simplement désintégrée, soit ayant éprouvée dans ses parties une décomposition plus ou moins avancée, qu'une grande partie des roches secondaires se sont formées, je pense que la marche la plus méthodique, ainsi que celle qui donne le plus de facilité au minéralogiste, dans l'étude des grandes masses pierreuses qui forment la charpente de notre globe, est de se transporter d'abord sur la cime des montagnes primitives les plus élevées, ou sur celle des montagnes voisines du canton qu'il veut étudier, et de s'en servir comme d'un premier échelon de la grande échelle qu'il doit ensuite descendre jusque dans la partie la plus basse, et en même temps la plus écartée, de son point de départ. Cette méthode est, à mon opinion, celle qui doit le conduire le plus sûrement à la connoissance des grands faits, dont la considération forme la partie de la minéralogie qui a trait à la géologie.

OBSERVATIONS

SUR LES SUBSTANCES PRINCIPES DES MINÉRAUX,

AINSI QUE SUR CELLES CONSIDÉRÉES COMME ÉLÉMENTAIRES.

§ 50. La partie de la minéralogie qui a trait aux différents principes composants des substances minérales, étant totalement du ressort de la chimie, est soumise à cette science dans l'emploi qu'elle fait de ces mêmes principes, soit dans la classification générale des espèces, soit dans la détermination de la nature de chacune d'elles. La minéralogie, dans celle de ses parties qui a directement trait à la chimie, est forcée d'admettre avec elle, comme élémentaires, ceux de ces principes que cette science n'a pu encore parvenir à décomposer : elle fixe de même, d'après elle, la nature des éléments de composition de ceux de ces principes qui sont composés ; tels que les divers acides, &c. Cependant une enceinte moins resserrée circonscrivant sa marche, puisque les bornes établies par la nature sont les seules qu'elle reconnoisse, tout en se soumettant aux décisions de la chimie, à l'égard des objets dont je viens de parler, elle ne peut arrêter les observations ultérieures qui naissent de ses travaux, ni fermer exactement la porte aux doutes et aux probabilités qui viennent s'offrir à elle. Lorsqu'une science, telle que la minéralogie, est loin encore d'avoir atteint l'époque où elle doit être regardée comme parfaitement finie, l'ensemble des probabilités, lorsqu'elles sont appuyées sur des faits, est bien souvent pour elle le précurseur de vérités nouvelles qui en déterminent les progrès. Le chimiste ne peut, et ne doit même, voir dans la composition des substances minérales, que ce que lui montre le résultat des analyses qu'il en fait. Le minéralogiste reçoit de lui ce même moyen d'étude ; mais il y joint ensuite ceux qui lui sont fournis par l'observation constante de la nature. Son opinion est nécessairement ordonnée par

l'accord ou non-accord qui existe dans les résultats fournis par ces deux moyens. Il n'est donc pas étonnant que, dans l'étude des substances minérales, l'opinion du minéralogiste soit quelquefois en opposition avec celle que le chimiste est forcé d'adopter. Il doit, dans ce cas, prononcer cette opinion avec toute la liberté, et toute la franchise qui doit exister dans le sanctuaire des sciences, et principalement dans celui des sciences qui ont la nature pour objet.

§ 51 Les principes qui, jusqu'à ce moment, ont été reconnus former, ou entrer dans la composition des substances minérales, sont les terres, divers acides, les trois alcalis, les principes combustibles non métalliques, les métaux, l'oxigène, l'hydrogène fulfuré et l'eau.

§ 52. Les terres sont au nombre de neuf, savoir, la chaux, la silice, l'alumine, la magnésie, la baryte, la zircone, la stronthiane, la glucine et l'yttria. Elles sont toutes considérées par la chimie comme substances simples et par conséquent élémentaires.

Les acides qui entrent dans la formation des substances minérales, sont au nombre de treize: ils sont tous regardés comme dus à la combinaison de l'oxigène avec une base quelconque. Trois ont pour base les substances combustibles non métalliques; l'acide sulfurique, l'acide phosphorique et l'acide carbonique. Un, l'acide nitrique, a l'azote pour base. Quatre ont une base métallique; l'acide arsénique, celui molybdique, celui schéelique et celui chromique. Deux ont une base double composée de carbone et d'hydrogène; l'acide succinique et celui du mellite. Dans les trois derniers, enfin, la base est inconnue; ce sont les acides muriatique, fluorique et boracique.

Les alcalis sont la soude, la potasse et l'ammoniaque. Les deux premiers sont connus sous le nom d'alcalis fixes, et le troisième sous celui d'alcali volatil. La chimie ne considère point les alcalis fixes comme élémentaires; mais elle n'a encore pu jusqu'ici en déterminer les composants. Quant à celui volatil ou ammoniaque, elle le

regarde comme dû à la combinaison de l'azote et de l'hydrogène, dans la proportion de 4 parties d'azote sur une d'hydrogène.

Les principes combustibles non métalliques sont le soufre, le carbone, les bitumes, les résines et les huiles. Les deux premiers, le soufre, et le carbone, sont regardés par la chimie comme élémentaires. Elle considère les huiles comme composées d'hydrogène et de carbone. Les bitumes sont des huiles grasses épaissies communément par l'action de l'oxigène; et les résines, des huiles essentielles épaissies par la même action.

Les principes combustibles métalliques, ou métaux, sont au nombre de 28; savoir; l'or, le platine, l'argent, le cuivre, le fer, l'étain, le plomb, le mercure, le zinc, le manganèse, le nickel, le cobalt, le bismuth, l'antimoine, l'arsenic, le molybdène, le schéelin, le chrome, l'urane, le titane, le tellure, le columbium, le tantale, le cérium, et les quatre nouveaux métaux trouvés depuis peu dans le platine; le palladium, le rhodium, l'osmium et l'iridium. Ils sont tous, et par la même raison que les terres, considérées comme substances simples et élémentaires par la chimie.

Je vais jetter un coup d'œil rapide sur chacun de ces principes, pour essayer de déterminer le dégré respectif d'ancienneté de chacun d'eux, le rôle qu'ils jouent dans la nature, et ce que cette même nature, étant consultée, nous apprend à l'égard de ceux considérés jusqu'ici comme élémentaires.

TERRES.

§ 53. Parmi les terres, la silice et l'alumine sont les seules qui se rencontrent dans la roche primitive, le granit de première formation ou le plus ancien. Deux autres, la chaux et la magnésie, commencent à se montrer légérement dans quelques-uns des derniers granits formés : elles se montrent ensuite, plus communément et plus abondamment, dans le gneiss et dans les autres roches primitives feuilletées. La chaux y est alors sous l'état de chaux carbonatée, état sous lequel elle forme bien souvent, dans ces pierres, des couches d'une épaisseur considérable, et qui, dans les points de contact avec la roche primitive, se mélangent avec les parties intégrantes de cette roche. La magnésie y est simplement combinée ou mélangée avec les autres terres dans la composition des pierres qui la renferment ; mais, à de très-légères exceptions près, elle ne s'est point encore montrée jusqu'ici formant à elle seule, soit des roches, soit de simples couches ou lits particuliers. Ces quatre terres sont ensuite entrées dans la formation des roches qui ont succédé aux premières ; mais celle de magnésie y est constamment moins abondante que les trois autres. Les deux terres, l'alumineuse et la siliceuse, ont continuées à dominer dans les premières roches qui ont succédées à la formation de celles primitives secondaires, dont la naissance à suivi celle du granit. La silice paroit ensuite, dans les roches qui ont continuées à se former, être celle de ces quatre terres qui s'est épuisée la première : elle finit même par ne plus s'y montrer qu'en très petite quantité ; tandis que l'alumine et la chaux continuent à faire voir leur présence ; mais la dernière toujours en quantité plus abondante. Et, enfin, les derniers produits pierreux appartiennent constamment à la chaux, soit combinée avec l'acide carbonique, soit combinée avec l'acide sulfurique.

§ 54. *La baryte* ne se montre jamais, soit comme partie composante, soit comme partie intégrante, d'aucune des roches qui composent la charpente connue de notre globe: son existence y est bornée au remplissage des fentes et filons qui s'y sont formés, ou à la formation de quelques petites couches particulières dont l'existence et très-rare. Combinée avec l'acide sulfurique, elle y est mélangée avec d'autres substances d'une formation contemporaine et analogue à la sienne, parmi lesquelles sont assez habituellement des métaux: le plomb est un de ces derniers qu'elle accompagne le plus fréquemment; au point même de pouvoir presque servir d'indice de sa présence. Elle accompagne fréquemment aussi l'antimoine et l'argent. Combinée avec l'acide carbonique, elle se comporte de la même manière, mais se montre infiniment plus rarement.

§ 55. *La stronthiane* ne s'est encore montrée que dans quelques cantons particuliers, où elle est même fort peu abondante. A la rareté près, elle se comporte de même que la baryte, et, de même aussi, n'existe que dans des fentes et filons le plus communément métalliques; ou dans quelques circonstances particulières, telles que la stronthiane sulfatée de Mont-martre. De même aussi que la baryte, elle n'a encore été rencontrée que combinée avec un des deux acides carbonique et sulfurique. En tout, il seroit fort peu étonnant que la chimie observât un jour que cette terre n'est qu'une modification particulière de la baryte.

§ 56. *La zircone* paroit, jusqu'à présent, être bornée à faire partie constituante d'une seule substance, le zircon: et cette substance ne s'est encore montrée que dans quelques cantons particuliers; tels qu'en France, le ruisseau d'Expailly, nommé Riou Pezzouliou, près du Puy en Velay, où elle se trouve disséminée dans ses sables avec d'autres substances; telles que le corundum bleu ou saphir, des fragments de basalte, &c. et principalement du fer oxidé attractif octaèdre: ce qui est dans le cas de faire présumer que ces zircons, qui sont généralement de la couleur de celle de leur variété

connue sous le nom d'hyacinthe, ont pu appartenir originairement à un filon de ce même fer. Le zircon s'est aussi montré en Norwége, près de Friederichs värn, dans une gangue de feldspath chatoyant mélangé de même de beaucoup de fer oxidé attractif oetaèdre, et paroit bien sensiblement devoir avoir appartenu de même à un filon de fer attractif plus ou moins considérable, ce minérai formant souvent des filons très-puissants, et même des amas, *stockwerk* des allemands. Le zircon se montre enfin dans les Indes orientales, soit dans l'Ile de Ceylan, soit dans le district d'Ellor dans le Carnatic, soit enfin au Pégu. On ne l'a encore reconnu, dans ces différents endroits, que dans les sables des ruisseaux et des rivières, où il est de même aussi accompagné de fer oxidé attractif octaèdre, et probablement est extrait d'un filon de ce métal.

§ 57. L'existence de la *glucine* se borne jusqu'à présent à faire, à ce qu'il paroit, partie constituante de l'émeraude et de sa variété le béril qui, soit au Pérou, soit en Sibérie, soit en France, &c. &c. est de même placé dans des filons qui, à l'exception de celui qui renferme la belle émeraude du Pérou, et est une chaux carbonatée, paroissent être assez constamment de feldspath : c'est ainsi que je l'ai trouvé moi-même dans les montagnes granitiques du Forèz.

§ 58. *L'yttria* a une existence encore plus limitée que celle des deux terres précédentes, puisqu'elle n'a encore été observée qu'à Itterby en Roslagie dans la Suède, où elle paroit encore être placée dans un filon, dans lequel elle se mélange quelquefois avec le tantale, le fer et le manganèse, pour constituer la substance, à laquelle les Suèdois donnent le nom de yttro-tantalite : elle y est en outre fort rare.

§ 59. Il résulte du coup d'œil qui vient d'être jetté sur le rôle que ces neuf terres principes jouent dans la formation des substances minérales, que les quatre premières de ces terres, la silice, l'alumîne, la chaux et la magnésie, semblent seules pouvoir être dans le cas

d'être considérées, par le minéralogiste, comme primitives et élémentaires; et que les cinq autres, la baryte, la stronthianne, la zircone, la glucyne et l'yttria, ne peuvent, sous aucun rapport, partager avec elles cette propriété. En effet, on vient de voir qu'elles n'entrent dans la composition d'aucune roche, soit primitive, soit même secondaire, et ne se montrent que dans les fentes et filons, dont la formation a certainement été bien postérieure à celle de ces roches, et le remplissage encore davantage. Où se seroient donc placées ces terres, pendant le grand œuvre de la formation de toute la masse pierreuse de la partie visible de notre terre? Et si elles étoient restées suspendues dans le liquide qui avoit présidé à cette formation, comment auroient elles pu parvenir dans ces fentes ou filons sans laisser partout ailleurs aucune trace sensible de leur existence? Tout annonce pour elles, au minéralogiste, une formation locale et dépendante de causes particulières; tout annonce de même pour elles une formation contemporaine à celle de toutes les substances de filons: elles ne peuvent donc être considérées, par l'observateur de la nature, comme étant élémentaires.

§ 60. Mais chacune des quatre autres terres a-t-elle un droit égal à être considérée comme simple et élémentaire? C'est une grande question qui a quelquefois occupée le chimiste et sur laquelle il ne s'est pas, je pense, assez arrêté: elle me paroit cependant d'un intérêt capital, tant pour la minéralogie que pour la chimie. La silice, par exemple, par la résistance qu'elle oppose à toutes les combinaisons qu'on veut lui faire contracter, ne sembleroit-elle pas annoncer une combinaison déjà existante de la terre qui lui sert de base: combinaison qui demanderoit à être détruite pour que cette terre put en contracter de nouvelles. On sait que plusieurs plantes, du nombre desquelles sont les roseaux, bamboux, &c. renferment, dans leur épiderme, beaucoup de quartz tout formé. Y a-t-il été transporté, sous cet état, par la végétation, ou s'y est-il formé de toute pièce? Mr. Davy, à qui nous devons des détails très-intéressants à ce sujet, avoit projetté des expériences propres à

répondre à cette question, il seroit fort à désirer qu'elles fussent exécutées. Dans la solution dans l'eau du verre déliquescent formé par la fusion du quartz avec la potasse, la grande difficulté dans la précipitation des molécules quartzeuses, lorsque la solution est étendue d'eau, difficulté qui me paroit provenir de leur grande affinité avec celles de l'eau, est pour moi une raison bien forte pour ne considérer ces molécules que comme n'étant que celles intégrantes du quartz même, et dans lesquelles la terre quartzeuse a déjà contractée une combinaison. D'un autre coté, est-il bien certain que les différentes terres que renferment les végétaux, soient totalement étrangères à l'acte de la végétation, et le simple extrait du terrain dans lequel elles se trouvent ? Ces terres se montrant de même dans les plantes élevées dans de l'eau distillée, ainsi que dans celles qui végétent à nud, et par le seul intermède de l'humidité que peut renfermer l'air athmosphérique, sembleroient alors indiquer qu'elles sont extraites, soit de l'eau parfaitement pure, soit de l'air, milieux dans lesquels l'analyse ne les fait pas reconnoître. Y sont elles à l'état terreux en effet, et simplement sous une très-grande division ? Ou ces mêmes milieux en renfermeroient-ils seulement les principes, qui en seroient ensuite extraits et combinés par la végétation ? On peut, ce me semble, faire la même question à l'égard des poissons qui vivent dans l'eau pure, et y prennent leur accroissement sans avoir reçu aucune autre nourriture. Les coquilles ontelles de même aussi extrait la terre calcaire, toute formée, de l'eau de la mer qui en renferme une si foible quantité ? Ces questions pourront sans doute paroître, à nombre de personnes, comme portant sur des objets déjà parfaitement déterminés ; mais il me semble que cette détermination a plus été, jusqu'ici, le résultat d'une conviction inspirée par l'opinion que de la démonstration. Je suis très-intimement persuadé qu'un travail plus complet, et qui auroit directement pour but cette démonstration, seroit récompensé par l'observation d'un grand nombre de faits intéressans et peut-être neufs.

ACIDES.

§ 61. Les acides paroissent n'avoir concourus que tard à la formation des grandes masses pierreuses : du moins le granit, la première formée de toutes, n'en laisse-t-il appercevoir aucune trace, et la plupart des gneiss ou roches feuilletées primitives, ainsi que des porphirs, &c. sont-ils dans le même cas. Il paroit qu'à l'époque de la formation de ces masses, celle des eaux n'étoit encore imprégnée d'aucun acide ; car, sans cela, ils auroient vraisemblablement laissé quelques traces de leur présence. Il paroit probable que, lorsque la nature a commencé son travail de la formation des pierres, les eaux, dans lesquelles cette opération se faisoit, ne renfermoient que les terres qui devoient leur servir de base, et que les modificateurs de ces bases, tels que les acides, étoient à l'état de gaz et faisoient, comme tels, partie de l'atmosphère qui entouroit alors le globe ainsi en travail. Ce n'est que plus tard, et à l'époque où la chaux commence à se montrer dans quelques uns des derniers produits appartenant au granit, ainsi que dans un plus grand nombre des roches qui ont suivies, et cela toujours modifiée à l'état de chaux carbonatée, que l'acide carbonique, le premier qui paroisse être entré dans quelques combinaisons, commence à faire voir sa présence. Il n'a pas même tardé à se montrer non seulement, ainsi que dans ce cas, dépouillé du calorique qui le tenoit à l'état de gaz, mais encore dépouillé de l'excès d'oxigène qui le tenoit à l'état d'acide, et ne présentant plus que l'oxidule de carbone ou anthracite : on rencontre en effet quelquefois cette substance dans quelques-unes des roches primitives feuilletées.

§ 61. L'introduction de l'acide sulfurique n'a pas tardée non plus à se faire dans la masse des eaux ; puisqu'on rencontre quelquefois de la chaux sulfatée formant de petites veines, et même des couches, dans la roche primitive feuilletée micacée ; mais cette

introduction paroit s'être faite alors en beaucoup moins grande abondance encore que celle de l'acide carbonique. Un peu plus tard il se montre en plus grande quantité; mais non universellement distribué, et simplement par places ou localités. C'est de cette manière, et toujours combiné avec la chaux, qu'il a formé des masses, souvent considérables, de gypse adossées aux montagnes primitives, et dont la formation est bien antérieure à celles de la même substance qui existent dans les montagnes tertiaires, où il paroit que cette combinaison, lorsqu'elle a eu lieu, a pour l'ordinaire terminé la formation des grandes masses pierreuses.

§ 62. A l'exception de ces deux acides, et peut-être de celui phosphorique dans quelques circonstances isolées et particulières, et dont l'époque est de même celle de la fin de la formation des masses pierreuses, (tel que celle que montre la combinaison en grande masse de cet acide avec la chaux, près de Truxillo dans l'Estramadure en Espagne,) tous les autres ne paroissent avoir présidés en aucune manière à la formation de la partie solide de notre globe. Leur existence ne se montre que dans les fentes, fissures et filons occasionnés, soit par le retrait éprouvé par les grandes masses lors de leur dessication, soit par d'autres causes particulières et locales, et sont par conséquent postérieurs à leur formation. Toute leur action, dans la nature minérale, se borne à la modification des terres ainsi qu'à celle des métaux qui ont pris naissance aussi à cette époque, et ont concourus, avec les nouvelles pierres formées, au remplissage de ces mêmes fissures, filons, &c.

§ 63. Mais le fait le plus frappant offert par ces acides, à l'époque de la formation des grandes masses pierreuses, est celui que présente l'acide muriatique. Ni lui, ni sa combinaison avec la soude qui forme la soude muriatée ou sel commun, ne montrent la moindre trace de leur existence dans les masses pierreuses primitives. Cet acide, ainsi que le sel commun ou marin, n'existoit donc pas alors dans les eaux; tandis qu'à une époque plus reculée, le sel

marin paroit y avoir existé en grande abondance, et a formé des dépôts particuliers plus ou moins considérables; soit dans les lacs conservés et très-multipliés lors de la diminution et de l'abaissement de la masse des eaux, où il a été recouvert ensuite par les dépots terreux et pierreux qui s'y sont faits; soit dans les cavités souterraines dans lesquelles ces mêmes eaux auront pu pénétrer. L'époque où sa formation paroit avoir été la plus abondante et la plus multipliée, est la même que celle où la combinaison de l'acide sulfurique avec la chaux s'est aussi montrée le plus abondamment. Il paroit en outre que l'acide muriatique, qui sans doute étoit dans l'athmosphère, ainsi que ceux sulfurique et carbonique, à l'état de gaz, étoit saturé par la soude à mesure qu'il étoit absorbé par les eaux.

ALCALIS.

§ 64. La soude paroit être le plus ancien des trois alcalis. Elle existoit dans la masse des eaux, sinon à l'époque de la formation des masses pierreuses primitives, du moins à l'époque de celle des masses secondaires et tertiaires: on rencontre quelquefois, dans ces dernières, sa combinaison avec l'acide marin, formant des amas, et souvent même des couches plus ou moins puissantes.

D'ailleurs la chimie observe aujourd'hui sa présence dans nombre de substances dans lesquelles elle n'avoit jusqu'alors été nullement soupçonnée: telles que dans les basaltes, l'obsidien, les pierres connues sous le nom de pechstein fusible, &c. &c. Mr. Vauquelin, dans l'analyse qu'il a faite de trois variétés de feldspath, l'adulaire transparente, le feldspath vert de Sibérie, et un feldspath en masse lamelleux et blanchâtre, a trouvé, dans les deux premieres, de la soude, même en assez grande abondance puisqu'elle y fait jusqu'aux $\frac{14}{100}$ de la masse. Ce fait sembleroit indiquer la soude comme étant une des parties constituantes du feldspath, et parconséquent démontrer son existence dans la masse première des eaux, celle dans laquelle le granit s'est formé; mais comme il n'en a pas trouvé trace dans celui en masse lamelleuse et blanchâtre, il en résulte nécessairement que la soude est étrangère à cette substance, et y est seulement interposée. Il eut été beaucoup à désirer que Mr. Vauquelin eut ajouté à ses analyses celle d'un feldspath pris dans les granits de première ou de plus ancienne formation, et vérifié, par là, si la soude y est de même mélangée; ce qui, dans ce cas, eut déterminé la présence de cet alcali dans les eaux à l'époque de la formation du granit. Je doute fort qu'il en eut trouvé; mais ce fait, extrêmement intéressant, seroit classé aujourd'hui parmi les vérités reconnues, et ne seroit plus un doute. Il me semble qu'on a assez habituellement un reproche à faire à Messieurs les Chimistes, celui de ne diriger et ne voir, dans leurs opérations, que ce qui a directement

trait à la science dont ils s'occupent, et de négliger assez constamment ceux dont l'utilité n'a de rapports directs qu'avec les autres sciences. La présence de la soude dans le feldspath, soit des filons, soit des produits primitifs secondaires, tels que les granits des filons, ceux de nouvelle formation, &c. et la non présence de ce même alcali dans les produits granitiques primitifs, expliqueroit aussi, d'une manière toute naturelle, la facilité beaucoup plus grande que montrent les feldspath, soit des filons, soit des granits de dernière formation, de passer par décomposition à l'état de kaolin.

§ 65. La chimie a observé aussi depuis quelque temps, la présence de la potasse dans plusieurs substances minérales, telles que la lépidolite, l'obsidien, le pechstein fusible, &c. ainsi que dans quelques autres pierres de filon, ce qui paroitroit devoir annoncer la présence de cet alcali dans la masse des eaux, à une époque rapprochée ; mais les observations à cet égard sont encore trop récentes, et elles demandent à être sanctionnées par le temps et le scrutin de l'expérience : il en est peut-être de même aussi, à certains égards, de la soude. Quant à l'ammoniaque, il n'en existe aucune trace dans la formation des pierres. Son seul et unique emploi observé jusqu'ici dans les substances minérales, est la formation de l'ammoniaque muriaté par sa combinaison avec l'acid marin ; mais ce sel est d'une formation très-récente et n'existe que, soit à la surface de la terre, soit dans d'autres circonstances qui toutes semblent annoncer que l'ammoniaque qui y est combinée avec l'acide muriatique, ne peut nullement être placée au nombre des substances simples et élémentaires.

CARBONE.

§ 66. Le principe combustible qui paroit être le plus ancien est le carbone; du moins est-ce lui qui le premier, par sa modification acide, a joué une rôle modificateur à l'égard des terres. Il ne paroit cependant pas avoir existé dans la masse des eaux à l'instant où le granit s'est formé, car il se seroit précipité avec les autres ingrédients qui composent cette roche, ainsi qu'il l'a fait, peu après, dans quelques-unes de celles primitives feuilletées où l'on trouve quelquefois sa modification peu oxidée connue sous le nom d'anthracite, et qu'il l'a fait aussi depuis dans quelques-uns des produits pierreux secondaires: mais la rareté de cette substance annonce qu'elle a toujours été en très-petite quantité sous cet état. Nous avons vu que sa modification oxidée acide paroissoit de même ne pas avoir existée dans la masse des eaux, lors de la formation des premiers granits; mais qu'il étoit probable que cet acide existoit alors, combiné avec le calorique où à l'état de gaz, dans l'athmosphère qui environnoit le globe à cette époque, et que c'est de là sans doute que s'étant ensuite introduit dans les eaux dépouillé de son calorique, et par conséquent à l'état simple d'acide carbonique, il y est devenu le modificateur de la chaux. Lorsqu'en même temps il s'y sera dépouillé aussi d'une partie de son oxigène, il y aura donné naissance à l'anthracite; mais, ainsi que je viens de le dire, ce fait paroit avoir été fort rare. Il a dû être extrêmement abondant à l'état de gaz dans l'athmosphère, car il paroit probable que c'est d'elle que les végétaux et les animaux ont extrait le carbone qui fait partie de leur substance.

SOUFRE.

§ 67. Le soufre, radical de l'acide sulfurique, a bien certainement existé dans la masse des eaux, à une époque reculée, puisqu'on rencontre souvent sa combinaison avec le fer qui donne naissance aux pyrites martiales, soit dans les roches primitives de 2[nde] formation et même dans les gneiss, soit même aussi dans quelques uns des derniers granits formés. Probablement il y a dû sa présence à l'introduction, dans la masse des eaux, de l'acide sulfurique gazeux dépouillé du calorique et de l'oxigène, et réduit à son radical; introduction qui paroit cependant s'y être faite, à l'origine, en quantité peu considérable. Il s'y sera alors combiné avec le fer qui existoit dans ces mêmes eaux, et aura donné naissance à la pyrite martiale. Ce n'est que plus tard qu'il paroit avec plus d'abondance; il s'est montré surtout aux différentes époques de la formation du gypse, et principalement, ainsi que le sel marin, à l'époque de l'origine de celui dont la formation a été la plus voisine des produits pierreux primitifs. Il a joué ensuite un très-grand rôle dans le remplissage des filons, soit dans la formation de la baryte sulfatée, soit dans celle de tous les métaux sulfurés.

MÉTAUX.

§ 68. Si, parmi le grand nombre de métaux qui nous sont connus dans ce moment, un d'eux a quelque droit de réclamer, sur tous les autres, une ſupériorité à l'égard de l'ancienneté d'origine, c'est bien certainement le fer: existant seul, absolument seul, dans le granit primitif de première ou de plus ancienne formation, il colore bien souvent deux de ses parties intégrantes essentielles, le quartz et le feldspath, et principalement ce dernier, et est partie constituante de la troisième, le mica sur lequel nous allons à ce sujet nous arrêter un instant.

Choisissant, parmi toutes les analyses qui ont été données du mica, celle faite par Mr. Vauquelin, et rapportée par Mr. L'abbé Haüy dans son traité de minéralogie, à l'article qui concerne cette substance, il renfermeroit $\frac{14}{100}$ de fer à l'état oxidé. Je suis encore forcé d'exprimer ici le regret de ce que la couleur, ainsi que le lieu d'origine de ce mica, n'aient pas été désignés; et de ce que M. Vauquelin, en entreprenant l'analyse de cette substance, n'ait pas fait à son égard une suite d'analyses comparatives, dans lesquelles il auroit fait entrer celles du mica de différentes couleurs, et pris dans le granit primitif. Il est tels de ces mica colorés en noir qui, par la facilité avec laquelle ils se décomposent en laissant pour résidu un véritable fer argileux, annoncent la présence d'une dose plus considérable de ce métal. Il est probable qu'alors tout le fer n'y est point entré comme partie constituante, mais qu'une grande partie y est simplement mélangée. Le mica, tant à raison de la texture lâche de sa substance, qu'à raison du peu d'adhérence que j'ai déjà dit exister entre ses parties intégrantes, est un des minéraux les plus sujets à admettre des mélanges étrangers dans leur substance : c'est une raison bien suffisante pour exiger, dans son analyse, une suite d'opérations comparatives. La très-légère portion de chaux et de magnésie qu'indique celui analysé par Mr. Vauquelin, me feroit présumer qu'il n'a point été

extrait des granits primitifs, où je crois qu'il ne renferme ni l'une ni l'autre de ces terres.

La grande abondance du mica, combinaison du fer avec la terre siliceuse et celle alumineuse, les seules dont la présence soit parfaitement reconnue dans les granits primitifs de la plus ancienne origine, la grande abondance, dis-je, de cette substance, soit dans les granits, soit dans les roches agrégées qui lui ont succédé, annonce celle avec laquelle le fer existoit, à cette époque, dans la masse des eaux dans laquelle se formoit la partie pierreuse sensible de notre globe. Cette abondance, loin même d'avoir éprouvé quelque diminution par la formation du granit, semble au contraire avoir été en croissant: parmi les roches primitives agrégées et feuilletées dont la formation a succédé à celle du granit, il y en a un très-grand nombre dans lesquelles le mica domine essentiellement, et plusieurs dans lesquelles il fait à lui seul presque la totalité de la substance: il domine de même dans nombre des derniers granits formés. L'abondance du fer a même été telle à cette époque que, dans un grand nombre de ces roches, il s'est précipité presque pur ou du moins fort peu oxidé. Il s'y est alors irrégulièrement mélangé avec leurs parties intégrantes, ou il y a fait des amas plus ou moins considérables, soit purs, soit mélangés, tel que celui entremêlé d'argile et de petites parties de feldspath, qui forme la fameuse Montagne de Fer de Taberg, dans le Smoland en Suède.

§ 69. Que l'on considère maintenant; 1°. la grande facilité que devoit présenter à la désintégration, et même à la décomposition, toutes les roches primitives agrégées, telles que celles de granite, de gneiss et autres roches primitives feuilletées, à l'époque qui a suivi celle où la cime de leurs montagnes a été découverte par les eaux; 2°. les traces démonstratives qui existent encore de cette désintégration, par l'immensité des sables qui recouvrent la terre, et sont entrés dans la formation des différentes couches qui se sont déposées dans les plaines et les vallées; ainsi que par la formation des grès et des poudingues tant primitifs que secondaires; 3°. la probabilité, dans ces temps où

les eaux recouvroient encore la terre à une hauteur considérable, d'une forte évaporation qui devoit occasionner de grandes averses ou chutes d'eau pluviales, par lesquelles la surface découverte de ces montagnes devoit être lavée, et les produits de leur désintégration et décomposition entraînés dans la masse, encore existante, des eaux qui les charioient ensuite dans leur sein, conformément à leur gravité, et les distribuoient partout ; on sera irrésistiblement conduit à regarder les roches primitives comme le dépôt dans lequel étoit renfermé, sinon en totalité, du moins en plus grande partie, le fer qui devoit ensuite être entrainé par les eaux qui descendoient de ces mêmes montagnes ; se répendre sur toute la surface de la terre; y colorer les sables ; et se mêler confusément avec les dépôts argileux qui avoient la même origine. Par là se préparoit alors la formation, par de nouvelles opérations et de nouveaux transports, des diverses mines de fer dont l'existence est si multipliée et si généralement répandue partout. L'abondante profusion de ce métal si nécessaire aux hommes dans l'exercice et l'emploi habituel de leurs facultés, doit être placé à coté du grand nombre de faits qui viennent journellement faire connoître à l'observateur de la nature la bonté prévoyante de son Créateur. Il ne peut observer, sans une admiration respectueuse, les loix imposées par lui à la nature, en la livrant au travail par lequel elle devoit préparer la demeure de l'homme: loix qui devoient placer autour de lui tout ce qui pouvoit être utile, soit à sa conservation, soit à ses jouissances ; mais dont il n'abuse que trop souvent, en faisant servir ces mêmes objets d'instruments à la destruction de la paix et du bonheur.

§ 70. Je crois devoir observer ici qu'il existe une ligne de démarcation, assez bien prononcée, entre le fer dont la formation est contemporaine à celle des roches primitives, et celui qui fait partie de la roche des montagnes de formation secondaire et tertiaire. Dans les premières de ces montagnes, le fer, lorsqu'il s'y rencontre comme partie intégrante, appartient presque toujours à l'une des trois espèces qui, à l'ètat d'oxides, conservent la propriété de cristalliser; savoir, le fer oxidulé ou octaèdre, celui oligiste ou rhomboïdal, et celui cubique;

mais principalement à la première. Dans les montagnes secondaires et tertiaires, il appartient à celles de ces espèces dans lesquelles l'oxide est combiné en plus forte dose et a perdu la propriété de cristalliser. Les filons même, quoique l'époque de leur remplissage soit bien postérieure à celle de la formation des roches qui les renferment, partagent la même propriété : les minérais qui appartienent aux trois oxides cités plus haut se trouvent dans les filons des montagnes primitives, tandis que ceux situés dans les montagnes secondaires ne renferment que les oxides non attractifs et non cristallisables, ou quelques-unes des diverses combinaisons que le fer peut contracter.

§ 71. Quoique *l'étain* soit d'une origine très-ancienne, puisqu'il ne s'est encore montré jusqu'ici que dans les montagnes primitives, il ne peut cependant rivaliser à cet égard avec le fer. Comme lui, il se montre formant, soit des filons, soit des amas métalliques dans les roches primitives, sans en excepter celles de granit, et il y est simplement oxidé. Comme lui aussi, on le rencontre faisant partie intégrante de quelques granits en masse: les mines de Cornwall en fournissent des exemples ; mais ces granits appartiennent pour l'ordinaire à la classe de ceux secondaires et renferment, avec les parties intégrantes du granit primitif, nombre d'autres substances qui lui sont totalement étrangères, telles que du talc, de la stéatite, des pyrites martiales, &c. Ce granit secondaire renfermant de l'étain se montre même, en Cornwall, en véritable filons, ayant servi de substance de remplissage pour les fentes et fissures qui existoient antérieurement dans la roche qui les renferme. Je ne connois encore aucun exemple de sa présence comme partie intégrante de véritables granits primitifs. Il est donc bien éloigné d'annoncer une existence aussi ancienne que le fer, qui se montre fort souvent à l'état oxidé attractif dans quelques-uns d'eux, et existe d'ailleurs absolument dans tous, puisqu'il y fait partie essentielle du mica.

L'étain est en outre en quantité trés-peu considérable, et paroit s'être très promptement épuisé, puisqu'on n'en trouve plus la moindre trace dans les montagnes secondaires et tertiaires. Sa précipitation, qui

paroit avoir été en même temps l'époque de sa formation, semble n'avoir eu qu'une existence locale et très-bornée, puisqu'elle n'a eu lieu que dans quelques cantons particuliers, tels que, en Europe, le Cornwall, la Saxe, la Bohême et la Galice. Cette précipitation paroit en outre avoir été dépendante de circonstances particulières, puisque dans les différents endroits où l'étain s'est montré jusqu'ici il y est accompagné de faits semblables, et même aussi de substances analogues; telles que le wolfram et le tungstein qui, à bien peu d'exceptions près, ne se rencontrent même qu'avec lui. Ce n'eut pas été ainsi, ce me semble, qu'il se fût comporté s'il eût été au nombre des substances simples et élémentaires.

§ 72. On peut en dire autant à l'égard du *titane* et du *molybdène* qui, à la rareté près qui est beaucoup plus grande surtout à l'égard du molybdène, se montrent aussi dans les mêmes roches, et à peu près sous les mêmes circonstances.

§ 73. Les autres métaux ne montrent aucune trace d'existence comme parties intégrantes composantes d'aucune roche, tant de celles qui composent les montagnes primitives que de celles qui composent les montagnes secondaires et tertiaires. Ils n'existent dans ces montagnes que comme ayant concouru, avec diverses autres substances, au remplissage des filons, &c. et paroissent d'après cela avoir eu une formation contemporaine. Ils présentent cependant entre eux quelques différences à cet égard. *L'or*, autre que celui des rivières et des terreins d'alluvion, *le cobalt*, *le nickel*, *le bismuth*, *l'arsenic*, *l'uranite* et le *tellure*, ne se montrent communement que dans les filons des montagnes primitives. *Le cuivre*, *le plomb*, *et le zinc* se rencontrent, soit dans les montagnes primitives, soit dans celles secondaires, soit même aussi dans celles tertiaires, et ces métaux y sont placés, soit dans des filons, fentes ou fissures, soit dans des couches interposées entre celles mêmes de ces montagnes. *Le mercure* paroit jusqu'à présent exister principalement dans les montagnes secondaires et tertiaires: on a cependant

quelques exemples de son existence dans les montagnes primitives, tels que, par exemple, à Allemond en Dauphiné où il s'est montré quelquefois dans la mine d'argent qui y est exploitée.

§ 74. Le manganèse se rencontre, soit en filons, soit en couches, tant dans les montagnes primitives que dans celles secondaires et tertiaires. Il paroit en outre avoir existé dans la masse des eaux, à l'époque de la formation de ces dernières montagnes, nombre de pierres calcaires, en grandes masses, le renferment dans leur substance, conjointement avec le fer dont elles sont rarement exemptes; ce sont celles qui donnent la chaux connue sous le nom de chaux maigre. Un fait qui me paroit digne d'être remarqué, est la présence extrêmement commune du manganèse, parmi les oxides non cristallisables de fer, ainsi que parmi tous les mélanges de ces mêmes oxides avec la chaux carbonatée, tandis qu'il ne se montre nullement, soit mélangé avec aucun des trois oxides cristallisables, soit même simplement les accompagnant.

§ 75. Il est donc impossible de ne pas reconnoître que le fer date, pour son existence, d'une époque antérieure à celle de tous les autres métaux, et que cette époque est la même que celle qui a presidée à la formation de la roche qui, relativement aux connoissances que nous pouvons avoir de notre globe, a été formée la première. Tout concourt donc à le faire considérer comme primitif et élémentaire. Mais peut-on considérer de même les autres métaux? Non certainement. A l'exception de l'étain, du titane, et du molybdène, que nous avons vu se montrer dans quelques-uns des derniers produits du granit primitif, tout annonce que la nature avoit fini son travail de formation des grandes masses pierreuses, et principalement de celles primitives, lorsque les autres métaux ont pris naissance. Aussi ces métaux, au lieu d'être généralement répandus, ainsi que devroient l'être des éléments destinés à faire varier les substances, par leur manière différente de se combiner entre eux, sont-ils, pour le plus souvent, bornés à des cantons particuliers où

ils occupent un espace fort peu considérable et où, d'après les circonstances qui les accompagnent, leur formation paroit dépendre de faits particuliers et semble annoncer pour eux une existence locale : ils ne peuvent donc être alors regardés comme élémentaires.

§ 77. On pourroit objecter que ceux des métaux qui se rencontrent dans ces couches placées entre celles des montagnes, annoncent du moins pour eux une précipitation datant de la même époque, et analogue à celle des substances mêmes qui composent les couches de la montagne, ce qui en effet semble avoir existé quelquefois, et n'en indique cependant pas davantage, pour ces métaux, une origine primitive et élémentaire. Cette précipitation n'a été que locale. Il s'en faut de beaucoup que les montagnes renferment partout des couches de minérai, toujours d'ailleurs beaucoup plus rares que les veines ou filons. Il en existe des chaînes d'une étendue très-considérable, dans lesquelles, à l'exception du minérai de fer, dont on se rend facilement compte de la présence par suite du transport, on ne peut appercevoir aucune couche métallique quelconque, ni même aucun filon. La nature de la roche des montagnes n'influe en outre en rien sur celle du minérai des couches qu'elles renferment ; ces couches existent, et contiennent bien souvent le même métal, dans des roches de nature très-différente et qui n'ont même aucun rapport entre elles ; tel qu'on l'observe, par exemple, dans les montagnes primitives et celles secondaires et même tertiaires. La présence de ces couches de minérai ne tient donc nullement à une cause générale ; elle semble dépendre de causes particulières et même en quelque sorte momentanées ; car les couches simplement pierreuses entre lesquelles elles sont placées ne montrent bien souvent aucune trace des substances qu'elles renferment. Ces couches sont donc le produit d'une formation purement locale, et celle des minérais qu'elles renferment paroit tenir à des faits particuliers qu'il est très-difficile, et peut-être même impossible, de déterminer.

§ 77. Mais peut-on toujours regarder ces couches comme ayant eu en effet une formation commune avec celle des autres couches de la montagne qui les renferment ? Nous avons jusqu'ici bien peu de données qui puissent nous mettre à même de remonter, d'une manière satisfaisante, aux causes qui peuvent avoir présidé à cette espèce d'intercalation, entre les couches d'une même montagne, d'autres couches qui, pour le plus souvent, sont d'une nature tout à fait étrangère aux premières ; mais il me semble qu'il est impossible de les rapporter toutes à une seule et même cause. Quelques-unes de ces couches semblent en effet, ainsi que je viens de le dire, avoir eu une époque de formation commune avec celle générale de la montagne : un grand nombre d'autres paroissent indiquer, par leurs caractères actuels, avoir eu une formation différente et postérieure à celles des autres couches des montagnes qui les renferment. Dans ce dernier cas il se pourroit qu'à l'origine leur emplacement eût été occupé par un dépôt à parties lâches et ayant peu d'adhésion les unes avec les autres, tel que pourroit être le sable ou l'argile grossière. Ce dépôt auroit pu ensuite être emporté, en tout ou en partie, par les eaux de pénétration de la montagne, lesquelles prenant leur cours par ces mêmes couches auroient alors laissé en place des vides, qui se seroient ensuite remplis, à la manière des filons, par les substances totalement étrangères qui s'y montrent aujourd'hui. Pour avoir une idée de la possibilité de ce mode de formation représentons nous celle, dans la masse des eaux, d'une de ces montagnes secondaires stratiformes, à l'époque où une grande partie de la cime des montagnes primitives, dont l'élévation a due être beaucoup plus considérable qu'elle ne l'est aujourd'hui, étoit découverte par les eaux, et fournissoit déjà aux parties basses de la terre, par la désintégration et la décomposition de leur surface, les sables et les argiles qui s'y sont déposés en si grande abondance. Il me paroit facile de concevoir alors l'introduction, dans la partie des eaux dans laquelle la montagne stratiforme prenoit naissance, des détriments de celles primitives détachés de leur surface par les grandes chutes d'eaux pluviales, et entraînés ensuite par des courants dans ces mêmes eaux.

Les sables ou l'argile, suivant la nature des détriments entraînés des montagnes primitives, et suivant aussi la distance à laquelle ils auroient été transportés, se seroient alors précipités peu de temps après leur arrivée, et auroient nécessairement interposé, entre les couches déjà placées de la montagne et celles formées ensuite, une couche de même nature qu'eux. Les eaux pénétrant ensuite à travers la substance de la montagne, soit par les fentes et fissures qui s'y seront formées, soit par d'autres moyens, et étant parvenues à ces couches sableuses ou argileuses, auroient pris par elles leur écoulement en entraînant peu à peu au dehors, soit l'argile, soit le sable qu'elles renfermoient; surtout si, ce qui est très habituel, ces mêmes couches avoient une direction un peu inclinée. D'autres eaux, introduites postérieurement, auroient pu ensuite remplacer les sables et l'argile emporté, par les éléments de formation des substances étrangères qu'on y remarque aujourd'hui. Ces eaux auroient pu être retenues dans la couche, le temps suffisant à la combinaison de ces éléments et à leur cristallisation, par différentes causes, telles que; 1° le déblai partiel de l'emplacement de la couche qui, ce déblai ne se faisant que lentement et progressivement, n'a pu être vidée dans toute son étendue dans le même temps, ce qui peut avoir été la cause, d'abord de son soutien et ensuite de la variation que présentent souvent les couches dans différentes parties de leur étendue; 2° un affaissement, dans quelques parties des couches supérieures, qui auroit intercepté la communication de toutes les parties de la cavité. Ce mouvement d'affaissement auroit dû particulièrement avoir lieu vers l'extrémité la plus basse de la couche, au moment où elle approchoit d'être complettement vide, et réunir alors son toit avec son plancher.

On sent aussi que lors de la déposition des sables ou argiles qui auroient primitivement formé ces couches, le dépôt auroit pu ne pas se faire également partout, et laisser des lacunes qui auroient ensuite été remplies par la substance même des couches supérieures de la montagne. Ces parties, ainsi que celles qui pourroient aussi y être dues aux formations pierreuses partielles qui auroient pu s'y

faire, auroient servi de point d'appui aux masses supérieures, jusqu'au parfait remplissage de la couche. Ces mêmes parties, lors de son exploitation, formeroient aussi ces interruptions stériles, si fréquentes, qui interrompent par une substance différente la continuité de la couche métallique exploitée, pour la reprendre ensuite au delà de l'obstacle qui avoit occasionné l'interruption.

§ 78. Ne seroit-ce pas aussi à quelques causes semblables, telles que de grands amas partiels de sable ou d'argile renfermés, par suite des mêmes causes, dans le sein des montagnes, et ensuite entraînés dans les eaux, qu'on pourroit attribuer une partie des cavernes et autres grandes cavités souterraines? Nombre d'entre elles auroient pu ensuite s'affaisser par le manque d'appui de leur partie supérieure, et occasionner par là un dérangement dans la direction des couches; et quelquefois aussi de nouvelles fentes et fissures dans la masse.

BITUMES, RÉSINES ET HUILES.

§ 79. Il me reste encore à jetter un coup d'œil sur trois autres des principes combustibles non métalliques des substances minérales; les bitumes, les résines et les huiles. Quoique aucune de ces substances n'appartienne au règne minéral proprement dit, leur origine étant ou végétale ou animale, les bitumes surtout y occupent aujourd'hui une place si considérable qu'ils en font accidentellement, mais néceſſairement partie.

Ceux des bitumes auxquels appartiennent les différentes variétés de la houille, ou charbon de terre, sont ou d'origine végétale, ou d'origine animale. Ces derniers, quoique beaucoup plus multipliés qu'on ne se l'imagine communément, le sont infiniment moins que les autres. Plusieurs d'entre eux sont d'un emploi très-désagréable, par l'odeur extrêmement fétide qu'ils répandent en brûlant: ils sont fréquemment mélangés de coquilles; telle paroit être, par exemple, la nature du charbon de pierre de Pomiers, à une lieue de Voreppe près de Grenoble en France.

§ 80. Ceux d'origine végétale appartiennent, soit aux arbres, soit aux plantes. Les houilles dues à des amas d'arbres renversés par quelques événements particuliers et locaux, restés sur le lieu même qui les avoit vus naître, ou transportés et recouverts ensuite par des dépôts terreux et pierreux, sont beaucoup moins nombreuses que celles dues à des amas de plantes. Au nombre des premières doit être placé le jayet. Cette bituminisation du bois (qui tient principalement à l'impossibilité du dégagement, soit par transport, soit par évaporation, de ses parties constituantes, et à leur réaction les unes sur les autres, et surtout de celles acides sur celles huileuses) a quelquefois lieu, et par suite de la même cause, dans quelques-uns des morceaux de bois placés au centre des piles que l'on charbonise par l'action du feu.

§ 81. La houille qui appartient à une opération semblable sur des plantes qui paroissent habituellement appartenir à la classe des roseaux, algues, &c. est la plus commune. Quiconque a été à portée de voir l'amas immense de ces plantes qu'une tempête accompagnée d'une élévation considérable de la mer apporte sur les plages plates et basses, et la grande étendue de terrein que ces amas couvrent quelquefois, se représentera facilement ce qui aura dû se passer, dans un cas pareil, à l'époque où les eaux se trouvoient si fréquemment et si abondamment chargées des détriments de la roche des montagnes récemment découvertes. Il concevra alors, et le dépôt de ces plantes, et celui des couches terreuses ou pierreuses qui les a recouverts, ainsi que l'action qui a changé ces mêmes plantes en un bitume carboneux, et l'abondance actuelle de leurs produits.

En portant d'ailleurs son attention sur les empreintes des plantes qui se montrent dans les schistes qui recouvrent la houille, il verra que ces plantes elles mêmes ont été bituminisées, et que leur existence est pour l'ordinaire annoncée par une petite veine, très-étroite, de houille qu'on apperçoit au jour sur l'épaisseur de la couche du schiste. Il faut distinguer avec soin ces traces de végétaux observées dans les schistes et les grès qui recouvrent les veines de houille, de celles auxquelles la houille doit son existence; les premières appartiennent à des fougères, polypodes, capillaires, &c. et sont dues à la végétation de la partie découverte des montagnes, d'où elles ont ensuite été apportées par les mêmes courants qui ont entraîné les déblais terreux qui les renferment: on observe fréquemment mélangés avec elles des feuilles et même des fragments de tiges qui, le plus souvent, paroissent avoir appartenu à des arbres de l'espèce du Palmier: on y observe même quelquefois l'empreinte de fruits. Je n'ai pu encore observer jusqu'ici aucune trace de ces plantes ni bois, dans les couches même de la houille, tandis qu'on y observe très-fréquemment, non seulement les empreintes, mais même les restes des plantes auxquelles j'ai rapporté leur plus commune origine. Ces restes annoncent que ces plantes étoient extrêmement et irrégulièremsnt entremêlées les unes dans les autres. Comme chacune de leurs parties se présente extéri-

eurement sous l'aspect d'un rectangle ou d'un trapèze, tel que le donneroient des triangles isoscels très-aigus dont l'angle du sommet seroit tronqué plus ou moins près de la base, leur entrecroisement leur donne l'aspect d'un réseau ou d'une espèce de mosaïque à grands traits; mais on n'observe, dans chacune des parties qui les composent, que des fibres longitudinales qui ont très-peu d'adhérence entre elles, et on n'en apperçoit aucune de celles transversales qui constituent l'organisation ligneuse. La houille qui m'a montrée les traces les plus frappantes et les plus multipliées de ces restes de plantes, est celle du Staffordshire en Angleterre. Les veines de cette houille sont composées d'un grand nombre de couches de différentes épaisseurs, et chacune d'elles est séparée de celle qui la suit, par une couche mince de ces restes de végétaux dont l'organisation est conservée. La séparation des couches de houille est très-facile à faire suivant la direction de ces petites couches minces qui offrent peu de résistance, et laisse alors à découvert ces restes de végétaux dont l'aspect est absolument le même que celui que j'ai décrit plus haut. Leur substance n'a aucune solidité; les fibres qui composoient chacune des plantes se séparent très-facilement sous la plus légère pression de l'ongle, et le tout se met en poudre par le moindre frottement. Ces restes de végétaux sont absolument à l'état du charbon de bois: ils rougissent au feu sans donner ni flamme, ni fumée, ni odeur bitumineuse quelconque, et finissent par se réduire en une cendre d'un beau blanc. Cet état peut provenir, soit de ce que, appartenant aux dernières parties du dépôt des plantes, ils aient été exposés à perdre quelques-uns des principes nécessaires à la formation du bitume, soit de ce que le bitume, au moment de sa formation, ait été absorbé par son affinité avec celui dû à la bituminisation des plantes inférieures; ce qui pourroit avoir contribué à la compacité considérable de cette houille qui a une grande partie de l'aspect du jayet.

§ 82. D'après la part qu'a prise à la formation de la houille, un liquide qui paroit avoir été alors très-peuplé des animaux destinés à y avoir leur domicile, et principalement de ceux à têt coquillier,

il doit paroître peu étonnant de retrouver, dans l'analyse même de celles dont l'origine est purement végétale, quelques-unes des substances particulières aux animaux, telles que l'ammoniaque qui est, à mon opinion, aussi étranger à la houille que la houille elle-même est étrangère aux montagnes et roches qui la renferment.

§ 83. Quelques minéralogistes opposent, du moins comme incertitude, à l'admission de l'origine de la houille par décomposition des animaux et des végétaux, la difficulté qu'on a rencontrée jusqu'ici de parvenir à faire passer, d'une manière artificielle, les corps organisés à l'état de bitume. Mais les belles expériences de Sir James Hall, renfermées dans son mémoire sur l'effet de l'action de la chaleur sur les corps placés sous une forte compression, lû a la Société Royale d'Edimbourg le 3 Juin, 1805, prouvent que du moins dans quelques circonstances, telles que l'action de la chaleur sur des corps soumis à une forte compression, les substances minérales et végétales passent à l'état de bitume. Il paroit que cette bituminisation dépend particulièrement de la réaction les uns sur les autres des principes de ces substances. Ce qui s'oppose à ce qu'on puisse rencontrer fréquemment des animaux fossiles à l'état bitumineux, est leur prompte et facile décomposition, qui est la suite de la perte d'une partie de leurs principes et de l'altération des autres. Toute circonstance qui peut en conséquence s'opposer d'un côté à la perte, et de l'autre à l'acquisition de nouveaux principes, ainsi qu'à l'altération de ceux existants dans les végétaux et dans les animaux, est donc propre à les amener à l'état de bitume ; telle est celle de la compression ; telle est aussi sur eux l'effet d'une clôture parfaitement exacte. C'est sans doute à cette dernière cause qu'il faut rapporter l'état de bitumisation dans lequel se trouvent les fragments du manteau de l'animal coquillier, renfermés dans ces grandes perles frustes et raboteuses qui existent fréquemment dans les huîtres perlières.

Quelques savants vont plus loin encore et (d'après les faits fournis par l'analyse chimique, qui indiquent dans la houille des produits différents de ceux qui appartiennent directement aux végétaux, et

se rapprochent davantage de ceux fournis par les animaux) pensent que les végétaux ne peuvent avoir concouru en rien à la formation des houilles, et sont portés à les attribuer en entier à la décomposition des animaux : telle est, par exemple, l'opinion du célèbre Proust. Mais est-il donc bien démontré que lors de la réaction les uns sur les autres des principes des végétaux, dans leur passage à l'état de houille, il n'ait pu se former de nouvelles substances ? D'ailleurs, ainsi que je l'ai fait observer, les eaux de la mer paroissant avoir été le principal intermède de leur formation, soit par le transport et l'accumulation des végétaux, soit par le transport des produits terreux et pierreux qui les ont recouverts, la présence de quelques-uns des principes appartenant aux animaux ne peut être dans le cas d'étonner.

En outre, ainsi que je l'ai déjà dit aussi, la nature nous démontre, de la manière la plus positive, ce passage du végétal à l'état de houille ou de charbon bitumineux, lorsqu'il est renfermé de manière à ne laisser dégager aucun de ses principes. Il existe dans tous les cabinets beaucoup de fragments de schistes portant des empreintes de fougères, Polypodes, capillaires, &c. Celles de ces empreintes qui ont été soumises à quelque frottement, ou qui n'ont pas été conservées avec soin, ne présentent que la substance même du schiste ; mais dans les autres, la surface de l'empreinte est colorée en noir, et laisse même fort souvent appercevoir les restes des petites couches de houilles dont elles étoient recouvertes. J'ai été à porté d'examiner avec beaucoup de soin ces empreintes, dans un canton dans lequel elles sont fort communes, dans le schiste qui recouvre les veines de houille dans les environs de St. Etienne en Forez : en examinant, sur leur tranche ou épaisseur, ceux de ces schistes qui renferment des empreintes, on observe sur elles, lorsque l'empreinte s'étend jusqu'à cette tranche, une petite veine très-mince de houille que le lustre et la couleur noire font facilement distinguer, malgré son peu d'épaisseur. Si l'on délite alors ce morceau de schiste suivant cette petite veine, ce qui est très-facile, on observe que la couche de houille recouvre en entier une empreinte végétale parfaitement conservée,

mais qu'on ne peut reconnoître qu'après l'avoir débarassée de la houille, ce que le soufle seul parvient quelquefois à faire. J'ai souvent pris plaisir à mettre ainsi au jour ces empreintes, et ai vu des fragments de schistes qui en étoient si remplis que, sur une épaisseur peu considérable, leur tranche laissoit appercevoir un très-grand nombre de ces petites veines, légèrement espacées l'une de l'autre et placées sur différents niveaux.

§ 84. Les résines, dont il n'existe de connues, parmi les substances minérales, que le succin et le mellite, dérivent bien certainement aussi du règne végétal.

Le succin se rencontre à la vérité, en morceaux ou petites masses isolées, dans les sables sur les bords de la mer Baltique, dans la Prusse et la Poméranie, ainsi que dans quelques parties de la Pologne; mais il est très-visible qu'il n'est pas là à sa véritable place, et qu'il y a été transporté; ce à quoi son peu de pésanteur spécifique, qui approche infiniment de celle de l'eau, a sans doute beaucoup contribuée.

Si, tout en faisant abstraction des morceaux qu'on sait aujourd'hui être une imitation faite par l'art, on porte son attention sur les insectes, ainsi que sur les fragments de végétaux que le succin renferme bien souvent dans sa substance, et qu'on joigne à cette observation celle de sa présence parmi les bois bitumineux, telle que dans les environs de Kœnisberg en Prusse, où on le trouve renfermé, suivant Juncker, entre deux couches minces de charbon ligneux avec la substance duquel souvent il se confond, son origine végétale sera à peu près démontrée. On le rencontre en outre quelquefois aussi dans les houilles d'origine ligneuse: celles du Languedoc en ont fourni, suivant Mr. de Gensanne, nombre d'exemples. Mr. Lucas le cite de même dans la houille de l'évêché d'Oviédo en Espagne. Cependant quelques minéralogistes doutent encore si l'origine du succin doit en effet être rapportée aux végétaux, et en désireroient une preuve plus directe encore. Je n'en connois qu'une qui pût être plus satisfaisante: ce seroit qu'on rencontrât le végétal qui a pu autrefois la produire. Il est cependant fortement à parier

que cette résine ayant subi quelques changements par son séjour longtemps prolongé dans la terre, son état premier seroit maintenant sous nos yeux, qu'il n'en resteroit pas moins encore place au doute, par suite des différences peut-être très-capitales que l'observation y feroit reconnoître. Le doute, en faisant faire de nouveaux efforts à l'observation, est souvent très-avantageux aux sciences; mais il a des bornes au delà desquelles il en retarde la marche et met un obstacle absolu à leurs progrès.

§ 85. Le mellite, beaucoup plus rare que le succin, paroit sensiblement avoir une origine analogue. Il se rencontre de même, soit accompagnant les bois bitumineux en Thuringe, soit avec le bitume pur et à l'état de poix minérale en Suisse. Ne pourroit-on pas présumer que la substance végétale à laquelle il a primitivement appartenu, pouvoit avoir quelque rapport avec celle à laquelle appartient le camphre, et que cette résine jouissoit de même de la propriété de cristalliser?

§ 86. Les huiles qu'on rencontre dans le règne minéral, paroissent être généralement dues à la partie bitumineuse extraite des houilles, et rendue liquide par toute cause quelconque qui peut produire de la chaleur dans l'intérieur de la terre, telle que décomposition de pyrites, volcans, pseudo-volcans: &c. &c. Et il paroit que cette opinion est celle la plus généralement adoptée par les minéralogistes. Leur origine est donc, soit végétale, soit animale. Ces huiles s'infiltrant ensuite dans les roches, à travers les fissures qu'elles peuvent rencontrer, se transportent bien souvent à une distance assez considérable de la cause de leur liquidité: elles pénètrent même bien souvent celles de ces pierres qui sont poreuses, telles que les grès, et, s'y épaississant, y forment un bitume qui fait alors partie commune avec les autres ingrédients de leurs masses. Cette infiltration les conduit souvent jusqu'au jour, où alors elles suintent le long de la roche et se dispersent même jusque sur le sol qui les environne, ainsi qu'on l'observe au Puy de la pech et au Pont du

chateau en Auvergne ; ou elles s'étendent sur la surface des eaux, ainsi que cela existe sur la mer morte ou lac asphaltique. Cette circulation des huiles dans l'intérieur des roches, les met dans le cas d'éprouver diverses modifications, et même de se mélanger avec diverses terres ; ce qui, joint aux différences que doit nécessairement apporter aussi leur origine, soit végétale, soit animale, détermine toutes les variétés qu'elles présentent. Le contact de ces huiles avec l'air athmosphérique, et probablement l'absorption d'une plus grande quantité d'oxigène et peut-être d'acide carbonique, les épaissit et les change en bitumes purs plus ou moins solides, qui présentent alors entre eux des différences qui dependent de celles des huiles dont ils sont dérivés.

OXYGÈNE.

§ 87. L'oxigène est bien certainement d'une origine primitive et élémentaire, puisqu'il fait partie composante de l'eau, et a modifié le fer qui existe dans le mica partie intégrante de la roche primitive. Il paroit être en même temps une des substances principes le plus abondamment répandues dans la nature ; ce qui annonce le rôle considérable qu'il devoit y jouer. Il est en effet un des éléments dont l'action soit la plus active et la plus continue, puisqu'il produit encore aujourd'hui une variation habituelle sur presque tous les métaux qui sont exposés à son action ; qu'il préside à ce mouvement général et continu qui accompagne la naissance, le développement, l'accroissement et la mort des animaux et des végétaux ; et est en outre une des causes premières de la formation et de l'entretien du feu. Sa manière d'être la plus habituelle est l'état de gaz, par suite, à ce qu'il paroit, de sa grande affinité avec le calorique : ce qui fait que fixé dans les corps par une attraction sans doute plus forte, il s'éléve dans l'athmosphère à l'etat de gaz du moment ou il est en liberté.

§ 88. L'action de l'hydrogène paroit avoir été bornée, dans le régne minéral, à la formation de l'eau. Nous allons voir cependant que, combiné avec le soufre, et conséquemment à l'état d'hydrogène sulfuré, il semble exister dans deux substances minérales ; mais il paroit en même temps y être, du moins pour l'une d'elles, d'une origine totalement animale.

HYDROGENE.

§ 89. L'hydrogène sulfuré n'a encore été observé dans le règne minéral que par deux auteurs ; l'un, Mr. Vauquelin, qui lui attribue la fétidité de la chaux carbonatée vulgairement nommée pierre puante ; et l'autre, Mr. Berthollet, qui le regarde comme le minéralisateur de l'antimoine dans celle de ses espèces qui est colorée en rouge. L'odeur particulière à la pierre calcaire fétide, et dont l'action sur l'odorat a beaucoup de ressemblance à celle exhaltée de l'urine de chat, me paroit devoir être considérée avec d'autant plus de vraisemblance comme ayant une origine animale, qu'on verra à l'article de cet ouvrage qui a trait à la chaux carbonatée des coquilles, que quelques unes d'elles, prises dans le petit nombre de celles dans lesquelles la gélatine est en dose plus considérable, donnent sous la friction une odeur absolument semblable. Mais il faut préalablement amener par la chaleur la gélatine de ces coquilles à l'état de charbon ; alors l'odeur d'urine de chat que la friction leur fait répandre est extrêmement forte : les acides versés sur elles en dégagent une odeur absolument semblable. La pine marine, par exemple, est dans ce cas. Si cette odeur étoit reconnue appartenir dans les coquilles au gaz hydrogène fulfuré, il deviendroit en effet très-probable que ce seroit à cette cause que la chaux carbonatée fétide devroit l'hydrogène sulfuré qui lui donne la propriété qui la caractérise. Les animaux auxquels appartiennent ces coquilles renferment eux-mêmes très-probablement ce même hydrogène. Or comme on sait que les coquilles se rassemblent assez volontiers par familles dans les parages qu'elles habitent, il est facile de concevoir, d'après cette simple donnée, la formation de cette chaux carbonatée, soit en couches, soit en grandes masses. Nombre d'autres causes accidentelles, prises parmi celles qui peuvent mettre en contact l'hydrogène et le souffre, peuvent aussi avoir concouru à la formation de quelques variétés de chaux carbonatée compacte dont la précipitation avoit

lieu dans ce moment; mais celle que je viens de rapporter me paroît être la cause qui a joué, à cet égard, le rôle principal dans la formation des roches calcaires.

Quant à l'antimoine hydro-sulfuré, il n'est pas facile d'entrevoir quelle pourroit avoir été la cause qui auroit introduit l'hydrogène dans le filon au moment où il se formoit, et cela à différentes époques; car dans le même filon qui contient de l'antimoine rouge en petites aiguilles très-fines et pour l'ordinaire en faisceaux divergents autour d'un même centre, et dont la nature a été la même dès leur origine, il existe bien souvent des groupes de grandes aiguilles d'antimoine ſulfuré gris, dont la surface ou une partie seulement de la ſurface est passée à l'état d'hydro-sulfure rouge. On voit que je suppose ici la présence de l'hydrogène sulfuré parfaitement démontrée dans cette substance.

EAU

§ 91. L'eau est de toutes les substances, soit solides, soit liquides, la première à laquelle nos observations nous forcent constamment de remonter. Tout nous démontre qu'à l'origine elle a servi de réceptacle commun aux différentes substances dont la réunion, soit à l'état simple ou élémentaire, soit à celui de combinaison déjà contractée, a donné naissance à la partie solide de notre globe, sur laquelle nos observations peuvent se porter. Elle entre elle même, comme partie composante, dans plusieurs de ces substances; on vient récemment de la reconnoître entrant comme telle dans la formation du gypse. Mr. Proust a démontré qu'elle entroit de même comme partie constituante dans le minérai de cuivre, connu généralement sous le nom de cuivre bleu. Elle est bien certainement aussi partie constituante d'une des espèces du cuivre arseniaté; si elle ne l'est pas de même, mais en doses différentes, de quelques-unes des autres espéces de ce même minérai. Combinée directement avec l'argile, elle constitue une substance dont nous devons la connoissance à Mr. Davy, et à laquelle il a donné le nom de Wavellite. Je suis intimement persuadé que son rôle, comme partie constituante des minéraux, s'étendra beaucoup par la suite, et que la chimie reconnoitra un jour que parmi ceux des minéraux qui sont dits renfermer de l'eau de cristallisation, il en est un grand nombre dans lesquels cette eau y est de même à l'état de combinaison, sinon en totalité du moins en partie.

§ 91. Cependant ce liquide que tout annonce avoir préexisté à la formation de la partie solide de notre globe, n'est pas lui même un élément; du moins vû l'état actuel de nos connoissances, puisque la chimie le démontre être composé d'oxigène et d'hydrogène, dans la proportion de 85 à 15. Il a donc dû exister une époque antérieure à celle où la combinaison de ces deux éléments a produit l'eau, époque dans laquelle ils étoient isolés. Mais alors leur très-grande affinité avec

un autre des éléments, le calorique, qui met obstacle à ce qu'ils puissent exister séparés des corps dans la composition desquels ils entrent, autrement que combinés avec lui et à l'état de gaz, devoit les maintenir à ce même état. Si, prenant pour point d'appui les connoissances acquises jusqu'ici, nous transportons en conséquence notre imagination à l'époque même de la formation de cette partie solide, elle nous conduit invinciblement à reconnoître une époque antérieure qui présida sans doute au premier œuvre du Créateur par rapport à nous. A cette époque les éléments de l'eau devoient exister à l'état de gaz dans l'immensité de l'espace, conjointement avec le grand nombre d'autres éléments aussi à l'état de gaz, qui très-probablement devoient de même y être placés. Dans ce cas, la non présence actuelle du gaz hydrogène dans la composition de l'air qui forme notre athmosphère, sembleroit annoncer que ce gas a été complettement absorbé par la formation de l'eau qui, à cette époque reculée, paroit bien sensiblement avoir été beaucoup plus abondante qu'elle ne l'est aujourdhui.

D'un autre coté, si le gaz azote existoit alors dans le même espace avec les autres gaz, ce qui a dû nécessairement être si sa base l'azote est en réalité un élément, comme il n'est entré dans aucune des combinaisons qui ont donné naissance aux minéraux, il faut probablement que celle qu'il a contractée avec le gaz oxigène, pour former l'air commun, et dans laquelle il entre pour $\frac{73}{100}$, l'ait totalement absorbé. Cet air devenu alors moins propre à contracter aucune autre combinaison, en ce qu'il étoit déjà le résultat d'une combinaison lui même, aura nécessairement, par suite de sa légéreté, été fixé dans l'espace qu'il occupe encore aujourd'hui, mais sous une étendue qui devoit être en même temps beaucoup plus considérable. En effet l'azote et l'oxigène entrant comme parties principales dans la formation des plantes, ainsi que dans celle de la partie matérielle des animaux, et étant continuellement absorbés par leur développement et leur nutrition, et rendus à la liberté par leur mort et leur décomposition, il paroit que l'auteur de la nature, pour maintenir le mouvement général imprimé par lui à

son ouvrage, a placé les éléments nécessaires au développement et à l'entretien continuel des animaux et végétaux dans ces deux milieux différents, l'air et l'eau. L'azote et l'hydrogène, et même aussi l'oxigène, ne pouvant alors être extraits que de l'air et de l'eau, et cette extraction ne pouvant se faire que par la décomposition de chacun des deux derniers, il en est d'abord résulté, pour la formation des premières plantes, ainsi que des premiers animaux qui ont assimilé ces deux substances à la leur, et cela à l'état solide, la décomposition d'une masse très-considérable d'air et d'eau. Sans doute cette décomposition est entrée, pour beaucoup, dans la diminution que ces deux milieux différents ont éprouvé. Les animaux et les plantes ayant une fois couvert la surface de la terre, leur naissance, leur accroissement et leur mort ont ensuite établi dans la masse de l'air, ainsi que dans celle des eaux, une cause continuelle de décomposition et de réformation, qui y perpetue habituellement le mouvement, et doit certainement entrer pour beaucoup dans les phénomènes météorologiques.

§ 92. La formation de l'eau ne s'est pas bornée, dans le règne minéral, à servir de milieu ou réceptacle dans lequel s'est opérée la combinaison des éléments, ainsi que des principes déjà composés, qui ont donné naissance aux grandes masses pierreuses de notre globe. Par sa liquidité et la circulation générale que lui procuroit son évaporation et sa résolution en pluie, elle a été à même de pénétrer et circuler dans ces grandes masses; et conséquemment de parvenir dans toutes les cavités qu'elles pouvoient présenter. La propriété qu'elle a d'être le solvant des substances minérales, c'est à dire, d'avoir une affinité plus ou moins déterminée avec leurs molécules intégrantes, surtout lorsque, par une désintégration antérieure, ces molécules ont été séparées des masses qu'elles composoient, fait qu'elle est parvenue dans ces cavités chargée de celles de ces mêmes molécules qu'elle avoit pu rencontrer dans sa route. Elle a pu en outre servir aussi de réceptacle aux molécules des substances auxquelles une nouvelle combinaison des principes pouvoit avoir donné naissance, et, s'étant arrêtée dans ces cavités, y déposer ces mêmes substances à l'état cris-

tallisé. Ce qu'elle a fait autrefois, elle peut le faire encore; aussi est-ce par suite de la même cause qu'elle donne encore aujourd'hui naissance aux stalactites et autres dépôts cristallins dans les cavités dans lesquelles elle peut pénétrer.

§ 93. Ce dernier alinéa laisse appercevoir une propriété de l'eau sur laquelle l'observation ne paroit pas encore s'être arrêtée, et dont une immensité de faits tendent à démontrer l'existence. C'est une attraction générale et plus ou moins active avec les molécules intégrantes des substances minérales: attraction quelquefois assez forte pour vaincre celle qui existe entre les molécules elles-mêmes; mais toujours assez active pour s'emparer d'elles, lorsqu'elle les rencontre isolées par désintégration, les transporter par son mouvement, et les laisser ensuite se rapprocher par son repos et son évaporation. Mais comme cette propriété a une action directe et capitale sur la cristallisation, je renvoie les détails qui peuvent la concerner à la théorie de cette opération si intéressante de la nature.

§ 94. D'après le coup d'œil rapide qui vient d'être jetté sur celles des substances qui ont été régardées jusqu'ici comme appartenant aux principes qui concourent à la formation des minéraux, il me paroit naturel d'en conclure que, si quelques-unes d'elles sont dans le cas d'être considérées par nous comme étant en même temps élémentaires, le choix ne peut tomber que sur le petit nombre de celles qui entrent dans la composition de la roche dont la formation a devancé celle de toutes les autres. Parmi les autres substances, les unes, par le très-petit rôle qu'elles remplissent dans la nature, en même temps que par leur situation limitée, les autres, par l'époque reculée de leur apparition, semblent indiquer que, n'existant pas à l'époque première des précipitations, leur introduction dans la masse des eaux dans lesquelles ces premières précipitations ont eu lieu, a été le fruit de nouvelles formations.

§ 95. Dans un sujet de cette nature, et à l'égard duquel la foiblesse de nos organes, ainsi que l'imperfection non remédiable de nos instruments, s'oppose à la possibilité de parvenir à une démonstration qui puisse être parfaitement satisfaisante, les connoissances déjà acquises, et les réflections auxquelles elles conduisent, peuvent seules diriger l'esprit vers l'opinion qu'il doit adopter. Qu'on me permette, en suivant cette marche, d'oser placer ici celle qui, pour moi, est depuis longtemps le fruit de la réflexion que j'ai porté sur cet objet ?

Remarquant, ainsi qu'il a déjà été fait plus haut, que l'eau, la substance la plus ancienne que nous connoissions parmi toutes celles qui composent notre globe, et celle qui en même temps semble avoir servi, à l'époque première, de berceau à toutes les autres; remarquant, dis-je, que l'eau n'est pas un élément, mais un composé d'oxigène et d'hydrogène, on est forcé d'entrevoir une époque antérieure à sa formation, et dans laquelle les deux éléments dont elle est composée devoient être à l'état de gaz; seul état sous lequel nous les connoissions encore aujourd'hui, lorsqu'ils sont en liberté: c'étoit donc à l'état de gaz aussi que devoient être les autres éléments renfermés de même dans l'espace. Une cause qu'on ne peut rapporter qu'à la volonté toute puissante du Créateur, cause première à laquelle nous sommes toujours conduits à remonter, et forcés en même temps de nous arrêter, ayant, peut-être par un simple abaissement de température déterminé, d'un coté la formation de l'eau par la réunion de l'oxigène avec l'hydrogène, et de l'autre la formation de l'air athmosphérique par la combinaison de l'azote avec l'oxigéne, a préparé les deux milieux dans lesquels se devoit opérer le grand œuvre de la formation de notre terre. L'un d'eux renfermoit dans son sein les éléments propres à cette formation, et l'autre offroit un réceptacle commun propre à les recevoir au moment de leur solidification, et à permettre leurs combinaisons entre eux. Je pense donc qu'encore aujourd'hui, à l'état le plus bas de température qui appartienne à notre globe, les principes élémentaires libres sont tous à l'état de gaz, soit par suite de leur propre nature, soit à raison d'une

affinité très-grande avec le calorique; et que ceux qui entrent dans la combinaison des corps retournent à cet état du moment où, leurs liens détruits, ils recouvrent leur liberté.

Cette manière d'envisager la nature, placeroit au nombre des éléments le calorique, la lumière, l'électricité, et même aussi le magnétisme dont nous sommes très éloignés, je crois, de connoître toutes les propriétés, ainsi que la nature de l'action: et sans doute aussi quelques autres fluides gazeux qui peuvent avoir échappé jusqu'à présent à nos observations; ainsi que l'oxigène, l'hydrogène, &c. l'avoient faits jusqu'à une époque très-rapprochée de nous.

Si l'on observe l'insuffisance des moyens employés par la chimie dans la détermination des véritables parties constituantes des substances, et l'impossibilité absolue, dans le plus grand nombre d'elles, de parvenir par la synthèse à un résultat ayant la plus légére analogie avec la substance analisée, on sera nécessairement conduit à reconnoître que cette science, une des plus intéressantes de toutes, n'est très-probablement pas encore parvenue, malgré les progrès immenses qu'elle a fait et continue de faire tous les jours, à connoître parfaitement tous les principes élémentaires composants des substances qui, d'après cela, échappent à ses opérations.

Regardant le fluide de la chaleur ou calorique, ainsi que ceux de la lumière, de l'électricité et du magnétisme, comme entrant très-probablement au nombre des principes élémentaires des substances minérales, je crois devoir considérer ici ces fluides sous un autre point de vue que celui de la partie de cette introduction, où ils ont été envisagés simplement comme déterminant quelques-uns des caractères spécifiques des substances minérales; et entrer dans quelques détails et observations particulières à leur égard.

CALORIQUE.

§ 26. En donnant ici mon opinion sur la nature du calorique, je n'ai nullement la prétention d'entrer en rivalité avec les savants, justement estimés, qui ont traités cette matière; et cela avec des armes d'autant plus supérieures à celles dont je puis me servir, qu'elles étoient préparées directement pour cet usage. J'ai encore moins celle de présumer avoir mieux fait qu'eux. Mais dans l'étude des phénomènes de la nature, lorsqu'ils échappent tellement à l'action de nos sens que la recherche de leur cause devient autant le domaine de l'opinion que celui de l'observation, chaque individu qui se livre à cette étude, doit compte à la société de ses propres idées, lors surtout qu'ayant des faits pour base, elles ne sont pas uniquement le fruit de la simple imagination: et principalement encore lorsqu'elles s'écartent de celles généralement adoptées. Cependant comme un traité complet sur cette matière seroit deplacé ici, et seroit en outre au dessus de mes forces, je me contenterai de tracer mon opinion d'une manière très abrégée, et sous la simple forme d'énoncé.

§ 97. Le calorique est un des fluides élémentaires de la nature, ainsi que plusieurs des éléments déjà observés, tels que l'oxigène, l'hydrogène, &c. il n'est perceptible à nos sens que par ses effets, et ne peut être ni palpé, ni vu, ni rassemblé dans des vases qui puissent nous permettre de le soumettre à l'examen.

Ce fluide, d'après ses propriétés, ainsi qne d'après l'action qu'il exerce sur toute la nature, peut être regardé comme la source dans laquelle le Createur a placé le soutient de la vie, qu'entretient le mouvement dont il paroit être, sinon la cause absolue, du moins une de celles principales.

§ 98. *La Chaleur* est une de ses propriétés: elle appartient à son mouvement. A l'état de repos, le calorique n'est doué d'aucune chaleur,

et sa présence ne pourroit être soupçonnée, si elle ne se laissoit par fois appercevoir par quelques-uns de ses effet. En mouvement, il fait sur les corps une sensation souvent très-vive et même déchirante; c'est à cette sensation que l'on a donné le nom de chaleur. Son intensité varie suivant l'accroissement ou la diminution du même mouvement; et l'on a donné à cette variation le nom de *température*.

Les opinions ont fortement varié, et elles ne sont même pas encore totalement fixées, sur la cause qui produit la chaleur. Quelques physiciens, au nombre desquels sont des savants du premier mérite, l'ont considérée comme étant le simple résultat du mouvement imprimé aux molécules des corps. Mr. Le Comte *Rumford* regarde ce mouvement comme vibratoire, et il pense qu'il se communique aux autres corps par l'intermède d'un fluide très-subtil qu'il nomme *Ether*, et qui jouit éminemment de la propriété d'être élastique, pénètre tous les corps, et remplit tout l'espace qui les sépare.

D'autres savants, qui comptent parmi eux des chimistes et des physiciens justement célèbres, regardent, au contraire, la chaleur comme étant produite par un fluide très-léger, impalpable et invisible auquel ils ont donné le nom de *Calorique*. Cette manière de l'envisager est aujourdhui la plus générale; c'est aussi celle suivant laquelle je le considère moi-même, ainsi qu'on a pu le voir par la définition que j'en ai donnée. Mais je diffère de ces savants dans la théorie qu'ils ont cru devoir adopter, pour expliquer ses propriétés ainsi que sa manière d'agir, et par conséquent sur le rôle qu'il joue dans la nature.*

§ 99. Le calorique n'a besoin d'aucun fluide particulier pour communiquer et propager son mouvement. Remplissant l'espace, avec les autres fluides invisibles et incoercibles comme lui, il a deux manières d'y recevoir le mouvement et de le communiquer à des parties plus ou moins considérables de sa masse; l'une par le transport, et l'autre par la vibration qui est une suite de sa grande élasticité.

* Voyez Mr. Leslie, dans l'ouvrage intitulé, an Inquiry into the Nature and Propagation of Heat; Mr. L'Abbé. Haüy, dans son traité élémentaire de phisique; Mr. Berthollet, dans son essai de statique chimique, &c. &c.

§ 100. Comme tous les autres fluides élastiques, tels que la lumière, &c. le calorique en mouvement, et par conséquent à l'état de chaleur, est susceptible d'être réfléchi par les corps polis.

Il a, dès l'origine, été doué du mouvement, qui peut augmenter ou diminuer dans quelques parties de sa masse, mais qui ne pourroit cesser dans aucune de ces parties, et encore moins dans la masse entière, sans y anéantir en même temps celui essentiel à la vie de toute la nature.

Tout calorique libre est donc toujours en mouvement, soit dans les corps, soit hors des corps; mais il ne devient très-sensible à nos organes, que lorsque son mouvement, augmenté par quelques causes et dans quelque corps que ce soit, n'est point en équilibre avec celui que nous renfermons; alors son effet, la chaleur, nous le fait appercevoir.

§ 101. Une des causes principales du mouvement qu'il imprime continuellement à toute la nature paroit résider dans l'attraction qu'il semble avoir avec tous les corps. Cette attraction, dans le règne minéral, paroit avoir lieu sur les molécules intégrantes des minéraux: elle varie à l'égard de celles de chacun d'eux, et est proportionnée au mouvement du calorique.

Ce fluide a deux manières d'agir sur les corps. Dans l'une, par suite de son attraction avec leurs molécules intégrantes, il s'unit à elles et les tient habituellement séparées: comme cette attraction varie suivant le dégré de mouvement du calorique, elle place les molécules intégrantes à une distance plus ou moins grande l'une de l'autre; le calorique est alors *fixé* par son attraction, tant qu'il n'arrive aucun changement dans la température dans laquelle le corps est plongé. Dans l'autre, il agit comme fluide élastique qui tend toujoure à l'équilibre, il pénètre plus ou moins dans l'intérieur des corps, où il peut être en outre décidé à se placer par une force d'attraction exercée sur lui par le calorique fixé que ces mêmes corps renferment: et comme il jouit alors de toute sa liberté, et par conséquent de son mouvement, il en change la température.

Ces deux manières différentes d'agir du calorique varient suivant la nature des corps. Ceux dans lesquels l'attraction de leurs molécules intégrantes pour lui est si puissante qu'elle en fixe une dose considérable entre elles, tels que les combustibles, remettent le calorique en liberté et en mouvement par la destruction ou décomposition de leurs molécules intégrantes : il s'en dégage donc alors à l'état de chaleur. Dans d'autres corps, les molécules intégrantes n'ayant qu'une attraction très-légère avec lui, l'admettent avec beaucoup plus de difficulté, et seulement lorsque l'intensité de son mouvement est très-considérable : il en est même qui ne peuvent l'admettre, et semblent ne renfermer que celui fixé originairement entre leurs molécules : tels sont les corps de *difficile fusion* et ceux *infusibles*.

Plusieurs corps admettent le calorique pénétrant avec beaucoup de facilité, et d'autres avec beaucoup moins : ce qui établit la différence entre les corps *faciles ou difficiles à échauffer*.

§ 102. L'attraction du calorique avec les molécules intégrantes des corps diffère, à beaucoup d'égards de celle qu'exercent entre elles les molécules composantes des mêmes corps. Dans cette dernière attraction, qui est connue sous le nom *d'affinité chimique*, les molécules des substances composantes se combinent entre elles de manière à former une nouvelle molécule, dont la figure est un résultat obligé de la combinaison de celles qui appartiennent aux molécules composantes. Dans celle exercée par les molécules intégrantes sur le calorique, les molécules de ce dernier environnent la molécule intégrante, et forment autour d'elle une espèce d'athmosphère de calorique qui fait de cette molécule un petit système particulier.

La force attractive peut augmenter ou diminuer entre les molécules intégrantes des corps et le calorique ; mais elle ne peut, dans aucun cas, être nulle : de sorte qu'il n'existe aucun corps dans lequel, à la température la plus basse, les molécules intégrantes ne soient pas encore entourées par une petite athmosphère de calorique.

§ 103. D'après cette manière de considérer l'action de ce fluide, les molécules intégrantes d'aucun corps ne seroient en un contact inmédiat: ce qui explique la possibilité de leur rapprochement, et par là celle de la *compression* des corps ou leur réduction à un moindre volume, ainsi que la cause de *l'élasticité*.

Conséquemment, lorsqu'un corps est environné d'une athmosphère dont la température augmente, ou est en contact avec d'autres corps dont la température est de même plus élevée que la sienne, ce qui, ainsi que je l'ai déjà dit, est occasionné par une augmentation de son mouvement, l'attraction entre ses molécules intégrantes et le calorique augmentant en proportion, fixe autour des premières une athmosphère plus considérable de ce même fluide. Dans le même temps, par suite de sa grande élasticité et de sa tendance continuelle à l'équilibre, il s'introduit en outre, à l'état libre, entre les molécules du même corps. Il en résulte, pour ce corps, une élévation de température: et comme le calorique *fixé*, ainsi que celui *libre*, n'a pu se placer entre ses molécules sans les forcer à prendre un plus grand écartement, (fait qui appartient cependant plus directement au calorique fixé), les molécules intégrantes sont alors à une plus grande distance l'une de l'autre, et le volume du corps est augmenté.

§ 104. Tant que dans cet écartement les molécules n'ont pas outre-passé l'extrémité du rayon de leur sphère d'attraction, elles restent fixées à la nouvelle place qu'elles ont prise, et le corps conserve sa solidité sous une moindre *densité*. Mais si elles outre-passent l'extrémité de ce rayon, la force d'attraction qui les fixoit à leurs places respectives cessant d'exister, le corps perd sa solidité, ses molécules intégrantes devenant alors libres et mobiles. Elles sont, dans ce cas, à l'égard du calorique en mouvement, ce que les molécules de sel marin, par exemple, sont à l'égard de l'eau dans une solution de ce sel par ce liquide au dégré de saturation. On a alors, en effet, une véritable *solution*, à l'état de saturation, de ces molécules par le calorique. Après cet état, si le calorique augmente, il devient surabondant à la solution.

Si l'élévation de température, après avoir espacé davantage les molécules intégrantes d'un corps, vient à baisser, l'action de ces molécules sur le calorique diminuant en même proportion, une partie de ce fluide devient libre, et l'attraction directe et originaire des molécules entre elles, qui les fait alors se rapprocher, expulse du corps cette partie du calorique.

§ 105. Les corps étant soumis à la force de compression, une partie de la résistance qui s'opposoit à la réunion de leurs molécules intégrantes est vaincue, et ces molécules sont rapprochées. Mais ce rapprochement n'a pu avoir lieu sans l'expulsion de la partie du calorique dont l'action a été vaincue; il se dégage alors, et, reprenant son état libre, il paroit sous celui de chaleur. Toute pression cessante, et la température n'ayant pas changé, la même attraction, qui avoit été vaincue mais non détruite, fait rentrer de nouveau le calorique et écarter au même dégré les molécules. Telle est, je pense, la cause de *l'élasticité*, du moins dans les minéraux.

Si cependant, par l'acte de compression, les molécules intégrantes s'étoient tellement rapprochées que leur attraction entre elles devint trop forte pour que celle du calorique pût la vaincre, et écarter de nouveau les molécules, alors le corps comprimé ne reprendroit plus sa forme première: c'est ce qui paroit exister dans les *substances compressibles non élastiques.*

Si de même l'attraction du calorique avec les molécules intégrantes d'un corps avoit une force telle qu'elle ne pût être vaincue par celle de compression, le corps seroit *incompressible*: c'est sans doute à cette cause que l'on doit attribuer *l'incompressibilité de l'eau*, ou du moins sa grande résistance à la compression.

§ 106. Il est en outre des corps, pris parmi ceux dont l'attraction de leurs molécules intégrantes avec le calorique est la plus forte, dans lesquels il paroit que l'action du calorique libre, ainsi que celle de celui de pénétration, met en mouvement une partie de celui préalablement fixé qui, joignant alors la force expansive que lui donne

sa grande élasticité à la sienne, augmente l'intensité de son mouvement. Ces corps, dans ce cas, acquièrent une température plus élevée que ne devroit naturellement leur donner le dégré de celle dans laquelle ils sont plongés : tels paroissent être, par exemple, les métaux. Ces corps sont communément pris parmi ceux fusibles.

Il n'est cependant pas absolument nécessaire qu'un corps jouisse de la propriété d'admettre entre ses molécules intégrantes une dose plus considérable de calorique, soit fixé, soit libre, pour être sensible au changement de température, et varier la sienne dans le même rapport ; il suffit pour cela que le calorique en mouvement, mais n'ayant pas une attraction assez forte pour écarter les molécules d'un corps, afin de pouvoir s'y introduire à l'état de liberté, l'action de son mouvement soit cependant suffisante pour qu'il puisse la communiquer à une partie du calorique primitivement fixé autour des molécules : peut être plusieurs des corps infusibles à nos moyens sont-ils dans ce cas.

Il se pourroit en outre que ce mouvement déterminât alors la perte d'une partie du calorique fixé : les parties intégrantes se rapprocheroient dans ce cas davantage, et ne se rétablissant pas à leur première place après l'abaissement de la température, ce corps conserveroit une plus grande dureté ; les stéatites, par exemple, paroissent être dans ce cas.

§ 107. Nous avons dit que dès l'origine, dans la formation des corps, une athmosphère de calorique, fixée par attraction autour de leurs molécules intégrantes, empêchoit ces mêmes molécules d'être en un contact immediat. Cette loi d'attraction, entre le calorique et les molécules intégrantes des corps, étoit absolument nécessaire pour contrebalancer l'action attractive dont elles jouissent entre elles. Si rien ne se fût opposé à leur réunion absolue, toute la matière eût fait une masse solide et impénétrable, et, dès ce moment, tout mouvement eût été détruit. Par suite de la même réflexion, on est forcé de présumer qu'il doit en être de même à l'égard des molécules du calorique entre elles, qu'elles sont tenues espacées par un fluide infiniment plus

subtil encore. Et enfin, malgré la grande difficulté que l'esprit a à concevoir un vide absolu, il est forcé de reconnoître la grande probabilité de son existence, pour parvenir à concevoir le mouvement et sa perpétuité.

§ 108. L'attraction qui fixe le calorique autour des molécules intégrantes des corps, variant selon leur nature, et fixant conséquemment dans chacun d'eux ces molécules à une distance plus ou moins considérable les unes des autres, la *force d'adhésion* qu'elles ont entre elles doit varier dans les différents corps. Ne seroit-ce pas dans cette cause que résideroit la propriété observée dans les corps sous le nom de *cohésion?* On sentiroit, dans ce cas, que cette propriété doit être en raison composée de l'attraction des molécules intégrantes des corps avec le calorique, et du dégré de température dans lequel ils sont placés.

§ 109. Dès qu'une fois les molécules intégrantes des corps sont amenées à l'état de solution dans le calorique, état connu sous le nom *de fusion*, ces molécules n'ayant plus leur attraction avec le calorique, gênée par celle qu'elles exercent entre elles, leur rapport avec le calorique en mouvement devient différent. Leur attraction respective devient plus grande, et fixe autour de ces molécules une athmosphère beaucoup plus considérable de calorique. Le système que forme chacune d'elles devient en conséquence beaucoup plus léger, et cette légéreté étant même de beaucoup supérieure à celle de l'air athmosphèrique, elles s'y élevent. Cette opération du calorique est connue sous le nom de *vaporisation* pour les corps humides, et sous celui de *sublimation* pour ceux secs.

§ 110. Essayons maintenant d'expliquer un fait parfaitement connu, et d'après lequel, principalement, a été établie la théorie de deux propriétés existantes dans le calorique; l'une par laquelle il tend continuellement à écarter les molécules intégrantes des corps l'une de l'autre, et qui a été désignée sous le nom de *calorique latent;*

et l'autre par laquelle son action se borne à en faire varier la température, proprieté désignée sous le nom de *calorique sensible*.. Si l'on expose une masse de glace à une température quelconque au dessus de zero, à dessein de la faire fondre, l'eau résultante de cette fusion conserve la température de zero jusqu'à ce que la masse entière de la glace soit fondue; et ce n'est qu'après cette époque que sa température commence à varier, pour se mettre en équilibre avec celle des corps dont elle est environnée. L'eau est une des substances sensibles qui composent notre globe dont les molécules intégrantes aient le plus d'attraction sur le calorique, puisqu'il faut que sa température soit de beaucoup au dessous de celle qui lui est le plus ordinaire pour qu'elle puisse être amenée à l'état de solidité. Vient-elle à être exposée à une température un peu élevée, l'action attractive de ses molécules intégrantes sur le calorique détermine très-promptement son union avec lui; mais, dans ce cas, la moindre dose de calorique qui vient se fixer entre ses parties intégrantes, suffit pour les écarter de manière à les placer au delà de leur sphère d'attraction, d'où résulte la *liquidité*. Dans cette opération, l'écartement des molécules s'est fait trop promptement pour que le calorique en mouvement, dont la glace est environnée, ait pu exercer sa tendance à l'équilibre, en la pénétrant, et, jusqu'à la liquidation parfaite, tout le calorique qui s'unit à la glace est employé à cette liquidation. L'eau, à la température de zero, doit donc être regardée comme le point de saturation parfait de la solution de la glace par le calorique. Arrivée à cet état, et le calorique n'étant plus attiré par la glace, les molécules non seulement peuvent admettre entre elles le calorique en mouvement, mais en outre leur rapport d'attraction avec ce fluide élémentaire étant devenu plus considérable, elles en fixent une dose plus forte autour d'elles, et se volatilisent.

§ 111. Le calorique en liberté, dont les corps sont toujours plus ou moins pénétrés suivant le dégré de température dans lequel ils sont placés, n'a pas toujours besoin de l'action d'un mouvement plus considérable du calorique extérieur, pour augmenter le sien; toute

action violente, telle que percussion, frottement, &c. augmente ce même mouvement, et accroit la température des corps qui y sont exposés. Peut-être même lorsque le mouvement est très-violent, parvient-il à détruire une partie de l'attraction du calorique fixé, et le mettant alors dans le cas de joindre son mouvement à celui du calorique en liberté, augmente fortement par là l'intensité de la chaleur qui est alors prise par le corps. Mais la cause cessant, et la température restant la même, le calorique, qui précédemment avait été fixé, reprend son état premier, et le mouvement de l'autre s'abaisse pour se mettre en équilibre avec celui du calorique ambiant.

§ 112. Le calorique jouit encore d'une autre propriété, à laquelle il paroit qu'on n'a fait jusqu'ici fort peu d'attention; c'est celle de devenir lumineux lorsque renfermé dans les corps, il y reçoit une intensité très-considérable de mouvement. La propriété lumineuse appartiendroit-elle à tous les fluides élémentaires, lorsqu'ils ont acquis un très-haut dégré de mouvement? Ou, dans cet état de mouvement très intense, jouissent-ils de la faculté de le communiquer au fluide de la lumière qui est en contact avec eux?

§ 113. D'après la manière suivant laquelle nous avons considéré le calorique, il n'existe sous un état propre à mériter ce nom que lorsqu'il est fixé dans les corps; partout ailleurs, et dès qu'il est en liberté, il est en mouvement et constitue proprement la chaleur, dont l'intensité est proportionnée à celle de ce même mouvement. Il doit aussi en partie ce mouvement à son élasticité. Il peut se faire en outre que le transport et l'accumulation y contribuent encore; nous avons vu quil se dégage, sous cet état, des corps, lorsqu'ils se décomposent; on sent d'après cela la possibilité de ce transport et de son accumulation.

§ 114. Jusqu'ici nous n'avons considéré le calorique que sous les deux états qui lui sont les plus habituels; sous celui dans lequel il est fixé, par attraction, autour des molécules intégrantes des corps; et sous celui dans lequel il s'interpose à l'état libre dans ces mêmes corps,

par suite d'une pénétration opérée par son elasticïté, et qui tend à maintenir habituellement l'équilibre entre le calorique libre de leur masse et celui des corps ambiants. Nous avons vu, que sous ces deux états il augmentoit le volume des corps, en écartant davantage les molécules intégrantes les unes des autres, et finissoit par mettre ces mêmes molécules en solution dans sa substance, et enfin par opérer leur volatilisation. Mais, dans ce cas, nous avons fait voir aussi que lorsque, par le dégagement de ce même calorique, ces molécules venoient à se rapprocher de nouveau, elles reformoient le corps exactement de la même nature qu'il étoit auparavant, sans que ses molécules aient éprouvé aucune altération quelconque. Tel est l'état sous lequel se présente la fusion de la cire, des bitumes, du soufre, des métaux et même des pierres, sous certaines conditions. Le calorique peut donc s'unir en quantité même très-abondante avec les molécules intégrantes des corps, sans changer en quoi que ce soit la nature du corps auquel elles appartiennent: ni la nature, ni la forme de la molécule ne sont changées. Cette union n'a conséquemment aucun rapport avec celle que produit l'affinité chimique, et n'est d'après cela le résultat d'aucune combinaison proprement dite. L'attraction du calorique avec les molécules intégrantes des corps présente donc un nouveau mode qu'on pourroit désigner par l'expression *d'attraction par approche.*

§ 115. Il existe une autre espèce de fusion dans les corps; celle qui est suivie, lors du refroidissement ou du dégagement du calorique, de la vitrification. Dans cette solution des molécules intégrantes du corps par le calorique, le rapprochement de ces molécules, par le dégagement de ce fluide, ne donne plus naissance à un corps exactement semblable à celui auquel avoient appartenu les molécules premières; celui qui résulte de ce rapprochement est d'une nature totalement différente: ces molécules éprouvent donc une modification. Le seul agent qui soit employé pour opérer ce changement est le calorique; ce ne peut donc être que lui qui soit le modificateur des molécules du corps exposé à son action. D'un autre coté,

quelle que soit la substance qui ait éprouvé la vitrification, les différents verres produits par elle ont tous un caractère commun de ressemblance qui paroitroit, en quelque sorte, devoir annoncer la présence d'une base commune. La transparence parfaite d'ailleurs de la plupart des verres, lorsqu'ils ne sont pas très-fortement colorés, démontre une combinaison intime des principes, et une parfaite régularité dans l'arrangement des molécules entre elles. On observe même très-souvent dans le verre une tendance très-marquée à la cristallisation, et quelquefois même des cristaux: s'il ne cristallise pas habituellement, la cause pourroit très-bien en être due à sa formation au milieu d'un fluide ayant une très-grande intensité de mouvement, et s'opposant, par là, à ce que ses molécules pussent s'arranger d'une manière parfaitement régulière, et suivant les loix de l'attraction d'agrégation qui leur sont propres. Tout tend donc à faire présumer que, dans la vitrification, il y a en réalité combinaison chimique du calorique avec la substance vitrifiée. Mais le verre est-il la seule substance dans laquelle cette combinaison puisse avoir lieu? Je ne le crois pas. Et la combinaison du calorique avec les autres principes des minéraux, ne pourroit-elle avoir lieu que par l'intermède du feu, ainsi que cela a lieu dans la formation du verre? Je ne le pense pas non plus. Mon opinion est que, parmi les substances pierreuses qui sont aujourd'hui un objet de discussion entre les minéralogistes, et sont regardées par les uns, comme dues à la vitrification par le feu, et par d'autres, comme ayant une origine analogue à celle du plus grand nombre de toutes les autres pierres, c'est à dire par voie humide, il pourroit très-bien se faire que quelques-unes d'elles eussent en réalité une origine aqueuse, et dussent à la combinaison du calorique leur grande ressemblance avec celles d'origine ignée.

Mais, pour que cette combinaison puisse avoir lieu, par l'intermède de la chaleur, il paroit qu'il est nécessaire, du moins pour la plupart des substances, que celles destinées à être vitrifiées soient exposées au calorique dans un état de mouvement très-violent; car si la combinaison de ce fluide a en réalité lieu, ainsi que je le pense, il semble

en effet qu'un très-grand mouvement soit nécessaire pour qu'elle puisse être opérée. Un refroidissement prompt dans les substances qui sont en solution dans le calorique, ou fondues, agit sur elles de deux manières; il augmente momentanément le mouvement du calorique, et procure ensuite la vitrification de la surface de la masse en fusion qui lui est exposée. Par ce fait même, le calorique renfermé pouvant difficilement se mettre en équilibre avec la température de celui ambiant, la violence du mouvement est conservée plus longtems dans l'intérieur de la masse, et finit par la vitrifier totalement. Dans le refroidissement lent c'est tout le contraire; le mouvement par lequel le calorique avoit procuré la fusion, se ralentit très-doucement et d'une manière égale; rien n'est troublé; la solution reste dans son même état de solution, et ne fait que perdre peu à peu son solvant. Les molécules se rapprochent alors progressivement, finissent par se réunir entre elles suivant le mode d'attraction qui leur est propre, et la substance retourne à son premier état. Il est cependant très-rare que cet état présente exactement le même aspect, et cela doit nécessairement être, parceque, d'après la situation des molécules des substances dans un fluide jouissant d'un très-grand mouvement, leur rapport entre elles doit très-facilement être dérangé.

Lorsque la masse est très-considérable, et que la substance en solution dans le calorique n'est pas une des substances simples et homogènes, mais est de la nature des roches mélangées, dans lesquelles les diverses substances renfermées ne sont point combinées entre elles, mais simplement placées les unes à côté des autres en forme d'agrégés, les molécules intégrantes de toutes ces substances sont mises à nud et en liberté par la solution. On ne peut dans ce cas entrevoir aucune raison pour laquelle, lorsque le refroidissement est très-lent, et se fait d'une manière toujours égale, ou à peu près égale, les molécules gissant dans un liquide qui leur permet de se mouvoir, et qui, par son dégagement progressif, les fait se rapprocher peu à peu, et finit par les placer dans leur sphère d'attraction respective, ne formeroient pas de nouvelles combinaisons analogues à celles qui ont eu lieu par voie humide; et même pourquoi elles

n'auroient par admis quelquefois les formes qui leur sont propres. C'est ce qui s'est passé, je crois, dans nombres de laves, dont la fusion ne doit être considérée que comme une véritable solution de la roche à laquelle elles appartenoient, par le calorique.

§ 116. Je dois encore observer ici que, s'il paroit que le calorique a une attraction très-marquée sur les molécules intégrantes des corps du règne minéral, il en indique de même une, au moins aussi considérable, avec un grand nombre de celles que nous avons dit être élémentaires : il est du moins très-probable que c'est à lui que plusieurs d'entre elles doivent la propriété de prendre l'état de gaz, du moment où elles sont en liberté. Il paroit au contraire, qu'il n'a aucune attraction, où que du moins il n'en a qu'une extrêmement foible, avec les molécules terreuses que nous avons regardé comme principes, et qui entrent comme parties constituantes dans la formation des pierres. Ce fait, qu'un très-grand nombre d'observations tendent à démontrer, a été prouvé, d'une manière très-frappante, par une expérience extrêmement intéressante et très-ingénieuse faite en 1805 par Sir James Hall. Ce savant, persuadé que la chaux carbonatée devoit être fusible, ainsi que l'avoit présumé le Docteur Hutton, mais que sa fusion étoit empêchée par la perte de l'acide carbonique qu'une chaleur un peu considérable dégage à l'état de gaz, en ne laissant que la terre calcaire pure sur laquelle le calorique n'a aucun effet, a entrepris de le vérifier. Pour y parvenir, il a fait éprouver à de la craie, qui préalablement avoit été reconnue parfaitement pure par Mr. Hatchett, une chaleur très-considérable, sous une compression assez forte pour s'opposer au dégagement de l'acide carbonique, et a ensuite fait éprouver à l'appareil un refroidissement lent. Le résultat de cette opération a été la cristalisation de la chaux carbonatée, communément à l'état d'un véritable marbre salin ou grenu, mais quelquefois aussi à l'état lamelleux : j'ai observé dans les morceaux que ce savant a eu la complaisance de me faire voir, des lames rhomboïdales parfaitement déterminées, et très-sensible à la vue simple. Cette chaux carbonatée avoit donc

été mise en solution par le calorique. Ce fluide, qui n'a aucune action quelconque sur la chaux, partie terreuse constituante de la chaux carbonatée, avoit donc eu une action très-déterminée sur la chaux unie à l'acide carbonique sa molécule intégrante : dégagé ensuite par le refroidissement lent, par lequel le calorique n'est pas combiné, les molécules de chaux carbonatée ont pu se rapprocher, et elles ont cristalisé sous la forme qui est propre à cette substance.

FLUIDE DE LA LUMIÈRE.

§ 117. On a déjà vu, à l'article du caractère de la phosphorescence dans les minéraux, que mon opinion est que le fluide de la lumière paroit assez souvent entrer pour quelque chose dans leur composition. Et j'ai laissé entrevoir, en même temps, que je pensois que quoique formés dans l'intérieur de la terre, regardée comme privée complettement du fluide de la lumière, ce n'étoit pas un obstacle pour moi à considérer la phosphorescence sous ce rapport: c'était laisser présumer, en même temps aussi, que la manière suivant laquelle je considérois ce fluide, différoit de celle qui est généralement admise dans ce moment.

Deux hypothèses principales ont été adoptées, à l'égard de la nature de la lumière: toutes deux s'accordent à la considérer comme appartenant à un fluide particulier; mais elles diffèrent fortement dans la manière d'envisager l'origine de ce fluide. L'une d'elles a eu pour auteur le célèbre Descartes: elle regarde la lumière comme appartenant à un fluide très-subtil qui remplit l'univers, et y est mis en mouvement par le soleil. Il est sensible que cette hypothèse n'embrasse que le systême seul auquel notre soleil sert de flambeau, et dont notre globe fait partie. Elle a eu pour sectateurs des savants très-distingués, tels que Euler et plus récemment le Baron de Marivets.

L'autre a eu pour auteur l'incomparable Newton; et elle est aujourd'hui presque généralement adoptée. Cette hypothèse fait émaner le fluide de la lumière du soleil même, au dehors duquel elle est perpétuellement lancée, et dont les molécules se succèdent sans aucune interruption.

D'après l'opinion généralement adoptée en physique, l'hypothèse de Newton a prévalu sur celle de Descartes, à raison de ce qu'elle présente un nombre beaucoup moins considérable de difficultés qui ne peuvent être résolues. Mais je croirois bien plutôt que la cause de la préférence qui lui a été accordée, est le respect forcé, et presqu'

involontaire, qui est porté aux opinions de cet homme immortel; car il me paroit qu'elle présente, au contraire, un beaucoup plus grand nombre de ces mêmes difficultés.

§ 118. D'abord elle étonne notre raison, et est de beaucoup audelà de la conception de notre esprit. Quelle que soit l'idée que nous puissions nous former de la vitesse, comment concevoir celle d'un fluide, d'une légèreté qui le rend impondérable et qui est dans un état de division extrême, lancé par un mobile dont il sort, et recevant de lui un mouvement tel qu'il lui fasse parcourir environ 35 millions de lieues dans 8 minutes; ce qui fait audelà de 4 millions par minute, et près de soixante et treize mille lieues par seconde.

§ 119. Malgré la grande vitesse avec laquelle la lumière parvient à nous, à chaque période de son retour sur la surface de notre terre, elle n'imprime aucune sensation de mouvement aux corps que ses rayons viennent alors frapper à leur première apparition. Choisissant un temps parfaitement calme, et se plaçant sur un endroit élevé et isolé, où l'on puisse attendre et recevoir les premiers rayons du soleil à son lever, si on leur expose un corps léger que l'on ait arrangé de manière qu'il soit extrêmement mobile,et garanti de l'impression du léger mouvement que l'air éprouve toujours en ce moment; à l'instant où il sera frappé par ces rayons il n'en recevra absolument aucun mouvement. Quelle que soit l'extrême ténuité des molécules de la lumière, on a peine à concevoir qu'arrivant par flots au moment du lever du soleil, et avec une vélocité extrême de mouvement, elles ne fassent, même sur les corps les plus légers et les plus mobiles qui sont directement opposés à leur action, aucune sensation quelconque, autre que celle de la chaleur, qui probablement leur est étrangère.

§ 120. Dans le systême de l'émission de la lumière par le soleil, il n'est nullement question de son retour; tout, absolument tout, est déperdition pour lui. En se bornant, pour ce moment, à l'émission de la lumière sur le globe que nous habitons, le diamètre de son orbite

étant d'environ 70 millions de lieues, et le soleil envoyant la lumière de tous les points de sa surface, il a donc, depuis que le monde existe, détaché de sa substance, toutes les huit minutes, une masse de lumière équivalente à la solidité d'une sphère d'environ 70 millions de lieues de diamètre. Combien l'imagination est effrayée par cette masse énorme de déperdition, et combien plus encore la réflexion n'est-elle pas tentée de la rejetter, en observant qu'elle n'a occasionné aucune diminution de volume au corps qui l'a fournie, et qu'elle n'a elle même diminué en aucune manière d'intensité! Mais nous n'avons considéré la lumière dans son cours que jusqu'à notre terre; comme toutes les planètes la reçoivent de même, puisqu'elles nous la transmettent par réflexion, combien cette émission deviendroit plus étonnante encore, et en même temps plus incroyable, si nous la suivions jusqu'aux deux planètes, Saturne et Hershell, les plus éloignées du soleil; et dont la première l'est 9,5 fois plus que la terre, et la derniére 19 fois plus!

§ 121. D'un autre coté, cette immensité de lumière lancée continuellement hors du soleil, et dont l'action est nulle pour sa perte, paroit avoir de même une action nulle aussi pour la terre, quant à l'acquisition. Aucun changement, qui puisse lui être directement rapporté, n'y a été produit par elle, du moins depuis l'époque à laquelle l'observation des hommes, transmise jusqu'à nous, nous permet d'en juger. Il est bien vrai que la lumière étant absorbée par les végétaux, et sans doute aussi par les minéraux, on apperçoit à l'origine une cause qui la fixant progressivement dans leur sein, pouvoit mettre obstacle à son accumulation; mais par cette fixation, soit de la lumière, soit même simplement des rayons de l'assemblage desquels elle est envisagée être un résultat, elle ne peut-être décomposée, et les corps qui l'ont fixée dans leur substance doivent être forcés de la restituer au moment de leur destruction. A l'époque première, les animaux et les végétaux allant toujours en croissant, on conçoit qu'il a dû s'en faire une consommation immense; mais depuis que cette formation, arrivée à une certaine latitude, y a pris une position à peu près stable, que devient

toute la lumière qui nous est envoyée si abondamment et si généreusement ?

§ 122. Les divers corps lumineux dont nous nous servons habituellement, étant, à l'égard de l'émission de la lumière, dans le même cas que le soleil, et les faits qu'ils nous offrent n'étant que des diminutifs de ceux qui nous sont offerts par lui ; comme ils sont plus voisins de nous, qu'ils peuvent être mis en action à notre disposition, et que leur manière d'agir est plus facilement apperçue, nous allons jetter un léger coup d'œil sur quelques-uns de leurs effets : nous verrons qu'il existe la même difficulté de les rapporter à la cause à laquelle ils ont été attribués.

Si, dans une de ces nuits dans lesquelles l'obscurité est très-profonde, un homme, placé sur un point quelconque un peu élevé d'une surface de chacun des points de laquelle il puisse être apperçu, donne un coup de briquet sur un silex, de manière à en obtenir une forte étincelle, elle sera apperçue, exactement dans le même moment, par une personne placée à une demi-lieue de distance. Comme elle sera de même apperçue par toutes les personnes qui pourroient être placées au même écartement, sur tous les points de la circonférence du cercle dont la personne qui a donné le coup de briquet occupe le centre, et qu'elle le seroit de même aussi, si la position pouvoit le permettre, par toutes celles placées à la même distance dans les différents points de l'étendue dont il est entouré, il en résulte que cette étincelle a fourni une masse de lumière suffisante pour remplir exactement la solidité d'une sphère d'une lieue de diamètre, et cela dans le même moment ; car le temps nécessaire au transport de cette lumière, à la distance d'une demi-lieue, est d'une brièveté incommensurable. D'un autre coté, quelle est la force qui peut avoir envoyé à cette distance les molécules de cette étincelle, si incroyablement dilatée, et cela avec la vitesse du mouvement qu'elles mettent à la parcourir ? On peut concevoir ce mouvement, donné à la lumière athmosphérique au moment où elle est supposée sortir du soleil, par celui de rotation de cet astre sur lui-même ; mais ici le briquet en frappant le silex

n'a fait autre chose que de détruire les liens d'une très-légère parcelle de la lumière et la mettre en liberté.

§ 123. Si l'on entre dans l'intérieur d'une chambre parfaitement obscure avec une bougie allumée, dans l'instant même la chambre se remplit de lumière et tous les objets en sont éclairés: si on la souffle, au même moment tout rentre dans la plus profonde obscurité. La lumière a donc complettement cessé d'exister par la fimple disparition du mobile qui l'avoit fait naître. Mais pourquoi? cette lumière, puisqu'elle est sortie de la bougie et a été dispersée dans toute la chambre par elle, ne doit-elle pas y exister encore, du moins quelque temps, après son extinction? quelle cause a pu la détruire? si c'est parcequ'il ne lui est plus communiqué aucun mouvement, c'étoit donc au mouvement qu'elle devoit son existence; et la lumière seroit alors un fluide obscur en repos, et lumineux dans son état de mouvement. Rien ne prouveroit donc ici que ce fluide fût en effet sorti du corps lumineux, tandis que tout au contraire feroit fortement douter pour lui de cette origine. La bougie d'ailleurs, en supposant que le fluide lumineux en fût sorti, le contenoit donc; et cela dans un état de concentration qui seroit presque aussi difficile à concevoir que sa dilatation; et sous cet état, dans lequel son action auroit dû être extrême, le fluide lumineux y étoit privé de lumière et sans action: il n'est donc pas d'une nature essentiellement et invariablement lumineuse.

§ 124. Pour suivre cette observation dans toute sa latitude, supposons un salon hermétiquement fermé, et dans lequel on entretient, pendant plusieurs heures, une grande quantité de bougies qui y répandent une lumière éclatante, à raison, d'après le système d'émission, de la grande abondance avec laquelle ce fluide y est continuellement versé par ce grand nombre de corps lumineux. Rien ou du moins bien peu de chose peut s'en perdre. Cette émission se faisant en ligne droite par files ou rayons de molécules, la lumière va frapper indistinctement tous les corps qui ne sont séparés de ceux lumi-

neux par aucun obstacle, et est, soit réfléchie par les uns, soit arrêtée dans son mouvement par les autres; et les murs de cet appartement, qui sont imperméables à ce fluide, l'empêchent de pouvoir se porter au delà. Qu'une personne placée dans l'appartement, éteigne à la fois toutes les bougies, l'obscurité la plus profonde remplacera à l'instant la lumière la plus éclatante. Comment cette extinction a-t-elle pu faire disparoître subitement toute la masse de lumière qui avoit été versée par ce grand nombre de corps lumineux? que devient dans ce moment cette lumière? et qu'est devenue aussi toute celle qui avoit été versée pendant le nombre d'heures que l'émission continuelle avoit duré. L'extinction des bougies a fait tout disparoître, et nulle trace de la grande quantité de lumière qu'elles avoient fournie n'est restée. Rien n'indique qu'il s'en soit fait aucune combinaison ou absorption par aucun des meubles de ce salon, qui pourroit d'ailleurs n'avoir que les murs, construits, soit en stuc, soit en albâtre bien poli, qui alors l'auroient refléchie en totalité. Bien plus, la personne restée dans l'appartement, et qui a éteint les bougies, ainsi qu'une autre qui en étoit sortie peu de temps après qu'elles avoient été parfaitement allumées, et y rentre avant leur extinction, ne s'appercevront, ni l'une ni l'autre, que la durée de l'émission ait contribué en rien à l'augmentation de l'intensité de la lumière. Comment peut-il se faire que cette émission fournissant toujours, et avec abondance, de nouvelle lumière, l'intensité de celle qui s'est montrée dès le premier moment de l'inflagration des bougies, n'en ait reçu aucune espèce d'augmentation?

On sent que je pourrois ajouter un grand nombre d'autres faits à ceux que je viens de rapporter, et le lecteur bien certainement en ajoutera de lui-même plusieurs autres. Je puis me tromper; mais il me semble que le petit nombre de ceux que je viens de donner, après les avoir choisis parmi ceux les plus simples, les plus faciles à saisir, et ne demandant aucune appareil, suffit pour faire sentir que l'hypothèse de l'émission absolue de la lumière hors des corps lumineux, présente, dans les circonstances les plus habituelles sous lesquelles la lumière se montre à nous, des difficultés qui ne peuvent être vaincues par les

données qui nous sont fournies par aucune des connoissances que nous avons acquises jusqu'à présent.

§ 125. Il me semble, en même temps, que l'hypothèse qui considère le fluide de la lumière comme un fluide élastique habituellement répandu dans l'espace, dans lequel il joue un rôle particulier et qui lui est propre, ainsi que le font tous les autres fluides qui, comme lui, y existent aussi, offre au jugement beaucoup moins de difficultés dans la conception des différents phénomènes qu'il présente. Dans cette hypothèse, ce fluide qui, dans l'état de repos, ne seroit nullement lumineux, auroit une tendance à rester à cet état, laquelle ne pourroit être vaincue que par l'action d'un mobile dont il recevroit le mouvement et en même temps la propriété d'être lumineux. Cette propriété disparoîtroit ensuite ; et le fluide retourneroit de lui-même au repos, par la cessation de l'action ou de la présence du mobile qui lui avoit procuré le mouvement. On a vu que, même dans l'hypothèse de l'émission, lorsque l'on considère la lumière, non comme émanée du soleil, mais des corps qui pour nous remplacent son action lorsqu'il a cessé d'eclairer la partie de notre terre que nous habitons, on est forcé de considérer ce fluide comme ayant un état sous lequel il ne possède nullement la propriété lumineuse.

§ 126. Si on se représente maintenant le fluide de la lumière comme jouissant d'une grande élasticité, mais sans vibrations ou oscillations sensibles; c'est-à-dire, dont les molécules s'écartent et se rapprochent par un mouvement instantané qu'elles ne peuvent acquérir que par l'action d'un mobile, et qui cesse à l'instant même où il n'agit plus sur elles. Si on se représente en outre que ce mouvement se propage en une ligne droite, dont la direction passe par le centre de gravité du mobile et celui de chacune des molécules, on concevra, ce me semble, le mouvement du fluide de la lumière par rayons partant de la surface du corps qui le lui a communiqué et en ligne droite. On concevra, ce me semble aussi, que ce mouvement continuera, et avec lui la lumière, tant que le mobile conservera son

action sur le fluide auquel elle appartient; mais que toute action de la part du mobile venant à cesser, le repos du fluide s'ensuivra nécessairement et entrainera avec lui la suspension de sa propriété lumineuse. Par ce moyen aussi se trouveroit détruite une des principales objections qui ont été faites contre cette hypothèse; qui est, qu'avec elle la transmission de la lumière devroit avoir lieu dans tous les sens, et n'être arrêtée par aucun obstacle, parcequ'elle seroit transportée au delà par les vibrations du fluide, ce qui donneroit nécessairement naissance à un jour perpétuel.

D'après cette hypothèse, la lumière ne seroit plus considérée comme émanant directement et nécessairement des corps lumineux, mais comme un fluide remplissant l'espace, où il est successivement mis en mouvement par l'action directe du soleil, et rendu au repos par la cessation de cette action. Ce fluide pourroit être renfermé, en dose plus ou moins grande dans les corps, et principalement dans ceux qui ont la propriété de devenir lumineux, et ces mêmes corps pourroient à leur tour devenir de nouveaux mobiles pour la communication du mouvement au fluide dont ils sont entourés, et répandre par là la lumière autour d'eux. Pour cela, il suffiroit que le fluide de la lumière qu'ils renferment, mais à l'état de repos, fût mis en mouvement par une cause quelconque: ce mouvement se communiquant à l'instant à celui avec lequel le corps est en contact, ce dernier deviendroit lumineux.

§ 127. J'ai dit, il y a un instant, que le fluide de la lumière sembloit devoir être considéré comme disposé, par la nature de son élasticité, à recevoir le mouvement et à le transmettre instantanément et en ligne droite, mais sans oscillations du moins sensibles. Cela est vrai par rapport à nos organes; cependant il paroit qu'en réalité il jouit, mais à un très-foible dégré, de ce mouvement d'oscillation: dumoins ne peut-on rapporter qu'à lui la faculté dont jouissent nombres d'animaux, de voir malgré l'obscurité la plus grande; tels que les chats, les souris, la chouette, &c. ainsi que plusieurs autres auxquels la nature a donné des yeux, et dont la demeure la

plus ordinaire est sous terre. Ce mouvement d'oscillation est, ainsi que je viens de le dire, très-foible : il est absolument insensible à nos yeux, qui ont été destinés à recevoir la lumière dans toute sa splendeur ; mais il n'en existe par moins, et paroit même se maintenir dans le même état pendant toute la durée du temps qui sépare le coucher du soleil de son lever. Ce mouvement qui paroit indépendant de celui direct par élasticité, n'est pas arrêté de même par les obstacles, au delà desquels il jouit de la même action.

§ 128. Dans chacune des deux hypothèses, sur la nature du fluide de la lumière, dont nous venons de nous occuper, comme il est également considéré par l'une et par l'autre comme étant un fluide particulier, sa combinaison, dans diverses circonstances, avec les différents corps de la nature, est très-probable. Cette combinaison n'auroit rien qui fût dans le cas de pouvoir étonner, dans ceux de ces corps qui sont habituellement plongés dans son sein, à la surface de la terre; et quant à celle qu'elle peut contracter, dans les profondeurs, avec les minéraux, admettant l'hypothèse de la non-émission, elle cesseroit de présenter l'invraisemblance, qui paroit frappante au premier aspect, d'une formation dans laquelle entreroit la lumière, dans un lieu qui est habituellement le séjour de l'obscurité. Cette privation de lumière n'y seroit nullement un caractère exclusif du fluide au mouvement duquel elle appartient, mais il y seroit alors à l'état de repos.

L'hypothèse de Newton reconnoit elle même la présence du fluide de la lumière à l'état de repos ou non-lumineuse, dans toutes les substances inflammables, puisque, suivant elle, ce fluide en sort par émission pour nous éclairer. Dans toutes ces substances, je le crois à l'état de combinaison.

La présence du fluide de la lumière me paroit être beaucoup plus commune dans les minéraux, qu'on ne le pense généralement. Je crois qu'elle y existe, comme la chaleur, soit par simple interposition, mais à l'état de repos, soit par combinaison par approche, et par conséquent à l'état d'accumulation, soit enfin par combinaison chi-

mique. Dans le premièr cas, ne seroit-elle pas, la cause de la transparence dans les corps, qui ne jouiroient alors de cette propriété que lorsque le fluide de la lumière qu'ils renfermeroient, pourroit partager complettement le mouvement qui auroit été imprimé à celui extérieur dont ils seroient entourés. Mais, pour cela, il seroit absolument nécessaire que les corps fussent dans un état de régularité parfaite, eu égard à la réunion de leurs molécules: tout dérangement parmi elles changeroit la direction des points occupés par le fluide de la lumière, et occasionneroit une interruption dans la communication de son mouvement. Des vides feroient le même effet; la lumière réfléchie par leurs parois, en opérant un mouvement dans un sens différent de celui direct des molécules du fluide, seroit pour elle un obstacle à la communication de ce mouvement direct, et par conséquent une cause de diminution dans la transparence. Des substances étrangères interposées, en présentant de même le fluide qu'elles renfermeroient sous des files de molécules dirigées différemment, troubleroient par la même raison la transparence.

Dans l'état de combinaison par approche, et par conséquent avec accumulation du fluide de la lumière, on pourroit considérer ses molécules comme autant de petits ressorts qui seroient fortement tendus et fixés par des liens; dans ce cas, qui n'excluroit en aucune manière l'interposition simple de ce fluide, il pourroit être la cause de la phosphorescence des minéraux, soit par collision, soit par l'action de la chaleur. Les molécules de la lumière fixées dans ces corps, auroient en effet besoin d'un moyen actif qui les dégageât des liens par lesquels elles seroient retenues, et les mît en liberté. Ce moyen seroit, ou celui d'une forte collision qui, en brisant toujours d'une manière plus ou moins sensible quelques-unes des molécules de la surface frottée, rend la liberté au fluide qui y est renfermé, ou celui qui lui seroit procuré par l'action d'un mouvement très-vif du calorique: nous avons vu, (§ 112) que, lorsque ce fluide étoit en un mouvement un peu considérable, il paroissoit avoir en effet la propriété de le communiquer au fluide de la lumière en contact avec lui: par ce mouvement, ce fluide fixé dans les corps seroit mis en liberté, et s'en dégageroit à l'état lumineux.

Nous avons jusqu'ici bien peu de données qui puissent nous mettre à même d'avoir une opinion sur l'effet de la lumière chimiquement combinée dans les minéraux.

§ 129. Un si grand nombre d'observations nous fait voir la lumière ne jouissant en aucune manière de la propriété de la chaleur, et cela même sous un dégré assez haut d'intensité, qu'il me paroit naturel d'en conclure que cette propriété lui est étrangère, et n'appartient sans doute qu'à celle qu'elle paroit avoir, sous un très-grand mouvement, de le communiquer aux molécules du calorique qui sont en contact avec les siennes. D'un autre coté, nous avons vu que la chaleur existe sans lumière, quoique, dans un état de grand mouvement, il paroisse qu'elle le communique de même aux molécules de ce fluide qui sont en contact avec les siennes. Ces deux fluides jouissent donc de la propriété de se mettre réciproquement en mouvement, lorsque l'un des deux en a aquis un d'une intensité un peu grande.

§ 130. Il existe une troisième substance dans laquelle on voit le fluide de la lumière et celui de la chaleur constamment réunis, et dont l'action continuellement destructive des différents corps sur lesquels elle agit, ne peut être comparée à celle exercée par aucune des deux ; c'est le feu. Mais qu'est-ce que le feu, que nous n'appercevons jamais que dans un grand état de mouvement? Est-ce une substance simple? Est-ce une substance composée ? Et dans ce dernier cas, qui est le plus vraisemblable, quelles sont les substances qui entrent dans sa composition ? Je ne puis résister à la tentation que j'éprouve de placer ici, à ce sujet, quelques observations auxquelles m'a entrainé la réflexion sur un fait extrêmement simple qui se répète journellement dans la société, et qui, en même temps, m'a toujours paru jetter quelques traits de lumière sur ce sujet si intéressant.

§ 131. Il y a longtems que mon attention s'est portée pour la première fois, sur le phénomène très-étonnant et en même temps

très-frappant, pour quiconque ne seroit pas accoutumé à le voir journellement, que présente l'inflagration, par une simple étincelle tirée d'un fragment de silex frappé par un morceau d'acier, soit de l'amadou, soit du linge brûlé avec lequel on le remplace en Angleterre où son usage est défendu Cette formation subite du feu le plus vif, jointe aux causes qui le font naître, m'ont toujours extrêmement frappé et ont constamment tourné mes desirs vers le moyen de pouvoir parvenir à me rendre de ce phénomêne une raison vraisemblable, et qui pût me satisfaire. Mais avant de rapporter celle que j'ai cru devoir adopter, et que j'ai communiquée, depuis longtems, à toutes les personnes avec lesquelles j'ai pu avoir quelques conversations sur les divers objets qui y ont trait, jettons un coup d'œil sur l'action même du briquet sur la pierre à fusil.

Si on reçoit les étincelles produites de cette manière, sur une feuille de papier blanc, on observe que plusieurs d'entre elles, en arrivant sur ce papier, parcourent, en roulant avec vivacité, un espace assez considérable; ainsi que pourroit le faire une petite boule ronde à laquelle on auroit donné une impulsion. Si, après avoir obtenu des étincelles pendant un certain temps, on examine les petits fragments dont la surface du papier est couverte, on voit qu'ils sont composés de petites parcelles de silex et de fer: le plus grand nombre des dernières, de forme irrégulière; mais quelques-unes cependant ayant une forme parfaitement arrondie; ce sont celles dues aux étincelles qui ont roulé sur le papier. Portant particuliérement son attention sur les parcelles de fer, on reconnoit qu'elles ont été non-seulement fondues, mais brûlées et changées en un oxide noir non-dissoluble dans les acides, et qui s'écrase facilement sous la simple pression de l'ongle. On apperçoit, par ce moyen, que les petits globules ronds sont totalement vides dans leur intérieur; ils se brisent souvent d'une manière assez heureuse pour se partager simplement en deux parties, et chacune d'elles présente alors l'aspect d'un segment d'une sphère creuse. L'action de l'acier produit donc, et cela d'une manière instantanée, un véritable feu, dont l'action a une intensité si considérable que, non-seulement il

fond la petite partie détachée de l'acier, mais en outre opère sur elle une véritable combustion.

§ 132. Pour parvenir à former une opinion sur la cause d'un feu aussi vif, et produit d'une manière aussi prompte, portons notre attention sur chacune des deux substances employées pour le produire, le quartz et l'acier.

Le quartz, et principalement les substances calcédoniennes, renferment une dose considérable du fluide de la lumière : leur grande phosphorescence par collision en est une preuve convaincante. Deux petits cristaux de quartz, frappés et frottés l'un contre l'autre, donnent assez de lumière pour que, dans une parfaite obscurité, on puisse parvenir, par son moyen, à discerner les contours d'une feuille de papier, et en même temps à reconnoître si elle contient de l'écriture, ainsi que la manière dont les lignes sont espacées. Deux cylindres d'un demi-pied de diamètre, dont la surface est rendue un peu raboteuse, appuyés fortement l'un contre l'autre par un ressort et auxquels on donne un mouvement de rotation, par l'action d'un archet, donnent une lumière assez forte pour permettre de lire avec facilité, à une personne placée à leur proximité. Mais ce même acte de collision ne dégage du silex aucune chaleur : on peut le faire éprouver pendant longtems et fortement à de grands morceaux de quartz ou de calcédoine, sans que leur température s'élève, au moins d'une manière sensible. Ce fait est contradictoire aux relations qu'on lit tous les jours dans les voyageurs et autres, de sauvages ou de malheureux naufragés dans des isles désertes, qui ont su se procurer le feu dont ils avoient besoin, par le moyen du frottement de deux cailloux qui le communiquoient à des feuilles ou à du bois sec ; mais il y avoit bien certainement plus de feu dans leur tête, dans ce moment, qu'il n'en est jamais sorti des cailloux par ce moyen.

§ 133. D'un autre coté, l'acier renferme une grande quantité de calorique, annoncé par l'élévation de température de deux morceaux

d'acier que l'on frotte l'un contre l'autre, et qui va toujours en croissant, tant que le frottement continue: on peut même augmenter cette élévation de température jusqu'à faire rougir les deux morceaux d'acier qui sont en action. Il paroit cependant que l'acier renferme en outre quelque peu du fluide de la lumière : on en obtient des étincelles, lorsqu'on en frappe deux morceaux l'un contre l'autre; mais elles sont beaucoup moins vives et beaucoup moins nombreuses que celles que l'on tire d'un morceau de quartz. On en obtient beaucoup moins encore par l'action du briquet sur le fer non aciéré. Et enfin on en obtient très-peu, et avec une très-grande difficulté, par la collision du fer avec le fer: fait qui sembleroit annoncer, qu'en outre de la combinaison du carbone qui distingue l'acier du fer, le fluide de la lumière pourroit bien y entrer aussi pour quelque chose.

§ 134. Les silex ou cailloux contiennent donc beaucoup de fluide de la lumière, mais point ou du moins extrêmement peu de calorique, et combiné de manière à ce que l'acte de collision ne puisse le mettre en liberté; tandis que l'acier contient beaucoup de calorique, et fort peu de fluide de la lumière. Que doit-il donc se passer lors de l'action du briquet sur le silex? D'un côté, une partie des molécules du fluide de la lumière, combinées avec accumulation dans le quartz, sont mises en liberté et en mouvement, tandis que de l'autre, une partie des molécules du calorique, combinées de même avec accumulation dans l'acier, recouvrent aussi leur liberté avec le mouvement. Mais le calorique en mouvement a une si grande attraction avec l'oxigène, qu'il s'unit à lui, dès qu'il est en liberté. Par suite de cette attraction, au moment, même où il est dégagé du fer, il s'unit avec l'oxigène qui lui est fourni par l'air athmosphérique dans lequel se passe cette opération, et il s'unit aussi en même temps avec le fluide de la lumière en mouvement, dégagé du silex. De la combinaison de ces trois substances, naît, à l'instant même, un feu très-violent qui brûle les petites parcelles d'acier qui sont exposées à son action. Le mouvement de rotation des petits globules d'acier brûlé à leur arrivée sur

le papier, comme si elles obéissoient à une impulsion qui leur eût été communiquée, démontre qu'en effet le fluide de la chaleur, ainsi que celui de la lumière, étoient à l'état d'accumulation dans l'acier et le quartz, et conséquemment leur ressort dans un état de tension. C'est, j'imagine, à l'action d'élasticité que la liberté a rendue à ces fluides, que ces petits globules doivent l'impulsion qui les fait rouler sur le papier; et les étincelles, la manière violente avec laquelle elles ont l'air de s'élancer dans l'air, après le choc du briquet.

§ 135. Combinaison des trois substances, le fluide de la lumière, le calorique et l'oxigène, telle est donc, je pense, la nature de ce feu actif qui consume et détruit presque tous les corps avec lesquels il est en contact. Tel est aussi l'effet de cette même nature, qu'il se décompose, et parconséquent se détruit, à l'instant même qu'il est formé, en cédant son oxigène aux corps qui sont en contact avec lui et qu'il brûle. Le calorique et le fluide de la lumière se trouvant alors en liberté, se dégagent à l'état de chaleur et de lumière. Ces trois substances, fluide de la lumière, calorique et feu, par leur passage continuel de l'état de mouvement à celui de repos, et de l'état de repos à celui de mouvement, paroissent avoir été spécialement chargées de l'entretien du mouvement et de la vie dans l'univers; du moins, dans la partie de l'univers que nous habitons.

§ 136. De toutes les substances pierreuses dures, le quartz et principalement les substances calcédoniennes, sont celles qui, étant frappées avec le briquet, donnent les étincelles les plus nombreuses et les plus vives : elles sont aussi celles dont la lueur phosphorescente soit la plus forte sous l'acte de collision. Je dois cependant convenir que, parmi les autres pierres dures, il y en a plusieurs qui, quoique donnant des étincelles sous le briquet, ne sont que très-peu phosphorescentes par la collision; et plusieurs aussi qui ne donnent absolument aucune lueur, de cette manière. Elles renferment certainement moins de fluide de la lumière que les substances calcédoniennes; mais bien certainement aussi elles en renferment, et sous le même

état de combinaison. Quelle peut donc être la cause de la difficulté beaucoup plus grande que lon éprouve à le rendre sensible, en le mettant en liberté ? Je n'ai pu encore adopter aucune opinion à cet égard ; j'observerai seulement qu'il y a des substances d'une nature semblable entre elles, et formées à peu près dans les mêmes circonstances, qui présentent entre elles à cet égard une différence frappante. Parmi les verres volcaniques d'origine non douteuse, nommés *pierre obsidienne*, il y en a dans lesquels la collision dégage une lueur phosphorescente assez vive, tandis que d'autres n'en laissent appercevoir absolument aucune trace. Il en est de même parmi les verres communs plusieurs sont phosphorescents par collision ; cependant plusieurs aussi n'ont de cette manière qu'une phosphorescence très-foible, et beaucoup n'en montrent absolument aucune. Le verre à gobelet d'Angleterre est généralement très-phosphorescent, sous la collision ; il en est de même de la plupart de celui à vitres ; celui à bouteilles ne l'est pas.

§ 137. On me trouvera sans doute très-hardi d'avoir osé, dans cette introduction, avancer, sur le fluide de la lumière regardé jusqu'à présent comme étant partie absolue du domaine de la physique, une opinion différente de celle de l'homme, à jamais immortel, qui a établi les principes de la manière suivant laquelle il est considéré ; et cela, sans en avoir préalablement acquis le droit. Mais qu'on se représente que cet acte est celui d'un minéralogiste et non d'un physicien. Si j'eusse fait nombre parmi les derniers, jamais le doute, sur aucune des parties du monument admirable élevé par le génie de Newton, n'eût pu sans doute se présenter à moi ; mais n'étant influencé par aucune opinion, et conduit, par l'observation autant que par la réflexion, à considérer le calorique et le fluide de la lumière comme pouvant entrer dans la composition des substances minérales : conduit aussi à considérer ces deux fluides sous un aspect différent de celui généralement adopté, j'ai dû faire connoître mon opinion à leur égard. Je crois cette opinion fondée, puisque je l'ai adoptée ; mais je ne puis être, pour elle, qu'un juge très-partial, et par-

conséquent très-incompétent. Je suis donc loin de l'offrir au public comme une vérité dont il ne puisse douter: il est et doit être le propre juge de sa valeur. Cependant je crois devoir dire encore, pour me justifier d'avance envers la critique à laquelle je serai sans doute exposé, que n'ayant jamais eu, sur les substances dont il est question, que des hypothèses qui sont fort éloignées d'être exemptes d'objections, nos connoissances à leur égard sont encore très-imparfaites. Or, dans cet état de choses, tout individu qui se livre à l'étude des sciences et desire leur être utile, doit apporter et soumettre à la partie de la société, faite pour le juger, le contingent de ses travaux. C'est ce que j'ai fait avec franchise et loyauté. Mon objet a été principalement d'essayer un nouveau sentier, pour arriver à un but dont nous sommes séparés par un désert immense, dans lequel aucune route certaine n'a encore été tracée jusqu'ici.

FLUIDE ÉLECTRIQUE.

§ 138. Le fluide électrique semble n'avoir, ainsi que ceux de la lumière et du calorique, aucun effet sensible, lorsqu'il est à l'état parfait de repos, et ne jouit des propriétés qui dévoilent son existence à nos sens, que lorsqu'il a acquis du mouvement. Sans doute aussi que l'effet qu'il exerce alors sur eux est d'autant plus considérable, que l'intensité de son mouvement est grande.

Il paroit que l'état de repos est celui qui lui est le plus habituel, mais qu'il jouit en même temps d'une grande aptitude à recevoir le mouvement, ainsi que d'une forte élasticité qui fait qu'alors ce mouvement se communique, très-facilement, et très-promptement, à toutes celles de ses molécules qui, dans une même masse, sont en contact.

§ 139. Il paroit aussi, que dans un état de mouvement intense il jouit de la propriété d'être lumineux. Cette propriété lui appartient-elle directement, sous cet état? Ou ne dépendroit-elle pas bien plutôt, ainsi que je le crois, de celle qu'il partageroit avec les fluides de la lumière et du calorique, de se mettre respectivement en mouvement, lorsque celui de l'un d'eux jouit d'une grande intensité? En effet, s'il paroit que, dans ce cas, le fluide électrique mette en mouvement celui de la lumière, il en est d'autres dans lesquels il paroit mettre de même en mouvement celui du calorique; il en est aussi dans lesquels, probablement avec le concours de l'oxigène, il remplit les fonctions d'un feu aussi prompt et aussi violent que celui qu'on obtient par la percussion du silex et de l'acier. Il existe, d'un autre côté, des observations qui semblent prouver de même que le calorique, dans un grand mouvement, peut le lui communiquer ce mouvement: on connoit des corps qui s'électrisent par la chaleur; et l'on sait, en même temps, que les éruptions des volcans sont pour l'ordinaire accompagnées de phénomènes électriques.

§ 140. D'après ce qu'a appris l'observation, il paroit que ce fluide est habituellement répandu dans tous les corps, mais à l'état absolu de repos, ce qui, ainsi qu'il vient d'être dit, semble être sa manière d'être la plus habituelle; il n'y annonce en conséquence sa présence par aucune propriété particulière. Comme ses molécules semblent y être en parfaite liberté, et que ce fluide paroit en outre très-élastique, il devroit y jouir de la tendance qu'ont tous les fluides, et principalement ceux élastiques, à se mettre en équilibre. Cependant on observe des corps dans lesquels le fluide électrique se montre en plus grande abondance que dans d'autres, il paroit très-probable d'après cela que ses molécules ne sont pas parfaitement en liberté, dans les corps qui le renferment, mais ont avec celles de ces corps un dégré plus ou moins considérable d'attraction, qui contribue à les y fixér.

§ 141. On a reconnu jusqu'ici trois moyens de procurer le mouvement au fluide électrique renfermé dans les corps; 1°. la communication avec les parties du même fluide ayant déjà reçu le mouvement; 2°. l'action communiquée par le mouvement du calorique en grande intensité; 3°. la friction, qui est le moyen le plus habituellement mis en usage pour le procurer. Il est fortement à présumer, ainsi que je l'ai déjà dit, que le fluide de la lumière, dans une grande intensité de mouvement, doit aussi le lui communiquer, et que l'action de ce fluide, jointe, à celle du calorique contribuent pour beaucoup aux divers phénomènes électriques qui ont lieu dans l'athmosphère, ainsi qu'à leurs différents effets. Le mouvement du fluide électrique se montre, dans les corps, jouir de deux propriétés différentes, suivant la nature de ces corps; et ces propriétés sont telles, que ceux qui jouissent de la même se repoussent mutuellement, tandis qu'au contraire, ceux dans lesquelles ce fluide a une propriété différente s'attirent: la soie et les résines, par exemple, acquièrent par le frottement une électricité contraire à celle que le verre acquiert par le même moyen.

§ 142. Cette observation a donné naissance à trois hypothèses différentes, qui ont servi de base à trois théories, différentes aussi, sur la nature et la manière d'agir de ce fluide.

L'une d'elles a été établie par L'abbé Nollet. Il regardoit le fluide électrique comme formant deux courants qui pénétroient les corps en sens contraire; de manière que, si un corps étoit placé à une distance convenable d'un conducteur, un courant s'élançoit du conducteur au corps, tandis qu'un autre courant du même fluide s'élançoit du corps vers le conducteur. Cette hypothèse, ainsi que la théorie à laquelle elle avoit donné naissance, n'a pas tardé à faire place à celle établie peu de tems après par Franklin. D'après cette dernière, les corps, selon leur nature, s'électrisent de deux manières différentes, ce qui occasionne la différence qui existe entre leurs propriétés électriques. Dans l'une, ils reçoivent de l'extérieur une dose plus ou moins considérable de fluide électrique, qui augmente fortement la dose de celui qui leur est propre dans leur état naturel: le verre en fournit un exemple. Dans l'autre, les corps perdent au contraire une dose plus ou moins considérable du fluide qui leur est propre: le soufre et les résines en fournissent des exemples. D'après cette manière de considérer l'action de l'électricité sur les corps, il résulte que, les uns renferment plus de fluide électrique que leur état ordinaire ne le comporte, et les autres moins: Franklin a désigné ces deux manières d'être différentes, sous le nom d'électricité positive, pour la première, et d'électricité négative, pour la seconde.

Cette hypothèse a été renversée, à son tour, par une autre qui avoit paru à peu près à la même époque, et est celle à laquelle on donne assez généralement la préférence aujourd'hui. Elle a eu à l'origine Dufay pour auteur; mais la théorie à laquelle elle a donné naissance, après avoir été perfectionnée par Symmer, s'est ensuite élevée à la hauteur qu'elle a atteint aujourd'hui, par les travaux d'un grand nombre de physiciens qui depuis s'en sont occupés. Cette hypothèse considère, dans le fluide électrique, deux fluides de nature et propriétés différentes, qui se neutralisent l'un l'autre, lorsqu'ils sont à l'état de repos et réunis dans les corps; mais qui se séparent, par

une espèce de décomposition du fluide composé, lorsque ces corps ayant été électrisés, ce fluide a reçu du mouvement: chacun d'eux jouit alors de la propriété qui lui appartient. La nature de ces fluides est telle, que les molécules qui appartiennent au même se repoussent reciproquement, tandis qu'elles attirent au contraire celles de l'autre fluide. On a donné à celui des deux auquel appartient l'effet désigné par Franklin sous le nom d'électricité positive, le nom d'électricité vitrée, et celui d'électricité résineuse à l'autre.

§ 143. La théorie établie sur cette hypothèse, a été tour à tour travaillée par les physiciens les plus habiles, et dans ces derniers temps, par Messrs. Coulomb, La Place, Biot, Haüy, &c. &c: ce qui l'a fait parvenir à un dégré d'élévation qui ne laisseroit rien à désirer, si la démonstration de l'existence des deux fluides dont celui électrique est dit être composé, étoit complette. Mais il existe encore, à son égard, nombre de faits qui restent sans explications satisfaisantes. Le verre, par exemple, qui acquiert facilement l'électricité vitrée par le frottement, et ne devroit acquèrir qu'elle, en acquiert une résineuse lorsqu'on le frotte avec les poils d'une peau de chat. Ce même verre, auquel le frottement de toutes les autres substances donne l'électricité vitrée, exige pour cela que sa surface soit lisse et polie; si au contraire elle est dépolie ou raboteuse, le frottement avec les mêmes substances lui fait acquérir celle résineuse. Lorsque l'on frotte l'un contre l'autre deux rubans de soie, l'un blanc et l'autre coloré en noir, le premier acquiert l'électricité vitrée, tandis que l'autre acquiert celle résineuse. L'explication qui a été donnée de la cause de cette différence par Ingenhouz, qui l'attribue à la couleur noire qui couvre la surface du ruban de petites aspérités, est plus captieuse que satisfaisante: elle n'indique pas d'ailleurs pourquoi les surfaces des mêmes substances donnent, par suite des mêmes moyens, et par cela seul quelles sont lisses ou raboteuses, deux électricités différentes. Il existe aussi beaucoup d'exemples de subſtances qui donnent, soit l'une, soit l'autre des deux électricités, tandis que, sur d'autres morceaux leur appartenant également et ne présentant absolument aucune différence, le même frottement donne des résultats opposés. Mr.

L'abbé Haüy a fait à ce sujet, sur la cyanite, une observation extrêmement intéressante. Il a remarqué que, parmi ses cristaux, les uns acquéroient constamment l'électricité vitrée, tandis que d'autres acquéroient constamment aussi l'électricité résineuse: il ajoute même avoir observé des criſtaux dans lesquels deux de leurs faces opposées présentoient chacune une électricité différente, sans que l'œil pût rien observer, sur aucune des deux faces, à quoi on pût être dans le cas d'attribuer la cause de cette différence.

§ 144. Cependant l'hypothèse de ces deux fluides distincts et de propriétés différentes, auxquels la cause des effets variés de l'électricité pourroit être attribuée, est extrêmement séduisante et a pour elle toutes les probabilités: sans doute qu'un jour de nouvelles observations nous mettront dans le cas de parvenir à l'explication naturelle des faits qui nous paroissent inexplicables dans ce moment. Qu'on me permette de hasarder ici, à ce sujet, quelques réflexions.

§ 145. Est-il donc nécessaire de supposer que les deux fluides, auxquels paroissent appartenir les effets de l'électricité, soient à l'état de réunion dans les corps dans lesquels leur présence est reconnue? de quelle nature seroit d'ailleurs cette réunion? si l'on considère la facilité avec laquelle ils se séparent, sans l'application d'aucun autre agent que celui du frottement, on sera forcé de regarder leurs molécules comme étant simplement placées les unes à côté des autres, mais sans avoir contracté aucune combinaison quelconque, et pouvant être séparées par un simple effort méchanique, tel que celui dû au frottement. Cependant il est reconnu que ces deux fluides ont une forte attraction l'un pour l'autre, puisqu'ils se réunissent, et même avec violence, lorsque tout obstacle à leur réunion est enlevé, et que leurs molécules sont placées dans leur sphère d'attraction respective.

Ne sembleroit-il pas plus naturel de penser que ces deux fluides, lorsqu'ils sont renfermés dans le même corps, y occupent une place distincte, dans laquelle ils sont sans doute fixés par une force quelconque d'attraction par approche avec les molécules même du corps;

attraction semblable à celle que nous avons dit paroître exister entre les molécules du calorique et celles des corps ? dans ce cas, le moyen qui procureroit le mouvement à un de ces deux fluides, pourroit, soit à raison de sa manière d'agir, soit par la nature des circonstances dans lesquelles le corps seroit placé, n'exercer aucune action sur l'autre. Cette explication nous en donneroit en même temps une assez satisfaisante, de la cause de la présence de ces vides absolus que nous avons vus § 107. devoir exister dans les corps, sans lesquels tout mouvement seroit impossible, et dont la non-existence seroit accompagnée d'un repos absolu et éternel, et par conséquent de la mort de toute la nature. La cause la plus vraisemblable que nous puissions nous représenter de l'existence de ces petits vides absolus et nécessairement très-multipliés, seroit bien certainement la présence, dans tous les corps de la nature, de molécules qui y seroient placées, et jouiroient entre elles d'une force répulsive qui les tiendroit toujours écartées les unes des autres, et qui en même temps seroit de nature à ne permettre aux molécules d'aucune autre substance de se fixer entre elles. Les molécules de chacun des deux fluides auxquels seroient dus les phénomènes de l'électricité, jouissant entre elles de cette propriété, rempliroient parfaitement cet objet.

§ 146. Chacun de ces deux fluides étant alors mis en mouvement par une cause quelconque, l'action répulsive des molécules augmenteroit proportionnellement, et cette action les porteroit à la surface des corps, où, d'un autre côté, le mouvement continuant, l'action attractive des mêmes corps sur elles les fixeroit, tant qu'une cause plus puissante, telle que l'attraction des molécules en mouvement de l'autre fluide, ne viendroit pas les en arracher. La réunion de ces deux fluides, par l'activité et même bien souvent la violence de son action, sembleroit en effet annoncer la cessation subite de l'action d'une résistence. Cette violence, dans la réunion, ainsi que l'explosion qui l'accompagne, pourroit aussi provenir de ce que ces deux fluides se réunissant avec précipitation, la masse des petits vides renfermés dans tous deux pris collectivement, seroit diminuée. On pourroit peut être aussi attribuer

à cette cause la nature des sensations que les commotions électriques font éprouver à notre corps. Le mouvement qui avoit été communiqué à ces molécules et que perpétue leur élasticité, cessant, elles seroient alors rappelées de l'extérieur dans l'intérieur du corps, par la même force qui les y avoit fixées premièrement, y rentreroient, et y reprendroient leur place. Si ce mouvement communiqué étoit tel qu'il fût imprimé à la fois aux deux fluides, je ne verrois aucune raison pour ne pas admettre que la réunion de leurs molécules se fît alors dans l'intérieur même des corps, et que, dans l'instant où elle auroit lieu, il ne s'y fit une explosion qui occasionnât la rupture du corps en différents fragments, et, la projection au loin de chacun d'eux : telle pourroit être la cause de l'explosion de plusieurs météores, et de la chute des pierres dont elle est suivie: laissant de côté la formation du météore pierreux lui-même, qui est encore enveloppée de la plus profonde obscurité.

Cette manière de considérer le fluide électrique et son action, joint à ce qu'elle nous donne l'explication d'un des principaux faits de la nature, et en même temps des plus difficiles à concevoir, celui de la formation de vacuoles absolument privées de la présence d'aucune substance quelconque, me semble fournir aussi beaucoup plus de facilité à la conception des divers phénomènes journaliers quc ce fluide présente.

§ 147. Elle me paroit en outre acquérir un nouveau point d'appui très-considérable, par les nouvelles et très-intéressantes observations qui ont été faites par Mr. Davy, sur une propriété du fluide électrique qui n'avoit pas encore été observée jusqu'ici. Ces observations ont eu pour bases des expériences, toutes marquées au coin du génie qui caractérise les travaux de ce jeune chimiste, en faveur duquel la physique et la minéralogie, sciences dans lesquelles il est également versé, se réunissent pour augmenter ses moyens.

Ces expériences, qui ont été faites par l'action de l'électricité galvanique, ont été entreprises, par Mr. Davy, à dessein de vérifier si ce fluide jouissoit en effet de la propriété de donner naissance à

l'acide muriatique et à l'ammoniaque, ainsi que l'avoient pensé Mrs. Desormes et Sylvestre, ou à un nouvel acide particulier, ainsi que l'avoit dit Mr. Brugnatelli, en lui donnant le nom d'acide électrique: et de pouvoir en outre déterminer, si cette formation n'existoit pas, quelle pouvoit être la cause de l'illusion qui avoit trompé ces savants. Dans le travail qu'il a fait à cet égard, il a reconnu que ce fluide avoit la propriété de séparer les molécules alcalines, des substances dans la formation desquelles elles entroient, et de les rassembler autour du conducteur de l'électricité galvanique résineuse. Il ne tarda pas à voir qu'il avoit la même action sur celles des terres qui ont une partie des propriétés des alcalis; telles que la chaux, la magnésie, la baryte et la stronthiane: et que cette action avoit lieu de même sur les acides, avec cette différence cependant, qu'elle en transportoit et rassembloit les molécules autour du conducteur de l'électricité vitrée. Ce fait fut à l'instant vérifié par lui avec beaucoup d'attention et de soin, sur la chaux carbonatée, ainsi que sur celle sulfatée et celle fluatée, sur la stronthiane sulfatée et la baryte sulfatée, ainsi que sur quelques-autres pierres, et sur les substances salines solubles dans l'eau; le résultat a constamment été tel que ses premiers apperçus lui avoient donné lieu de l'espérer.

Pour procéder dans ces expériences, Mr. Davy fit creuser, dans un morceau de chacune des substances qu'il projettoit de soumettre à l'essai, une cavité propre à contenir une certaine quantité d'eau, et dans l'intérieur de laquelle il fit pénétrer un fil de platine qui y arrivoit traversant ce morceau par sa base. Ayant ensuite fait pénétrer un fil semblable, et de la même manière, dans une coupe d'agate, il remplit ces deux vases d'eau parfaitement pure, et après les avoir mis en communication directe par des fibres d'asbeste humectées, il fit communiquer un des fils de platine avec la partie dans laquelle résidoit l'électricité vitrée d'une pile galvanique composée de 100 couples de disques, et l'autre avec la partie de la même pile dans laquelle résidoit l'électricité résineuse. Constamment alors, et simplement avec quelque différence dans la durée du temps, les molécules des alcalis et des terres sont venues se placer dans le

vase dans lequel résidoit l'électricité résineuse, et les acides, dans celui qui renfermoit l'électricité vitrée. Il étoit indifférent, pour la réussite de ces expériences, que le fil communiquant à l'une des deux électrictés, passât à travers le vase de la substance qui faisoit l'objet de l'essai, ou à travers celui d'agate.

Ces molécules voyageoient donc d'un vase dans un autre, par l'intermède du conducteur d'asbeste humectée, pour venir se placer dans celui par la nature de l'électricité duquel elles étoient attirées, et se réunissoient autour du centre d'action même de cette électricité. Dans ce voyage des molécules acides ou alcalines d'un vase à l'autre, les propriétés particulières à chacune d'elles étant totalement anéanties par leur action sur le fluide électrique par lequel elles sont attirées, elles suivent leur route sans exercer aucune autre action sur les corps dont elles peuvent être environnées. Mr. Davy ayant interposé, entre elles et le vase dans lequel elles devoient se transporter, un troisième vase, toujours en communication avec les deux premiers par de l'asbeste humectée, et ayant placé dans ce vase une solution propre à arrêter ces molécules dans leur route, en leur faisant contracter une combinaison avec une des substances avec lesquelles elles pouvoient avoir la plus forte affinité, elles n'ont point été arrêtées, et ont continué leur route comme si elles n'avoient rencontré aucun obstacle.

§ 148. D'après ce travail intéressant, Mr. Davy a reconnu que l'hydrogène, les substances alcalines parmi lesquelles sont comprises les terres qui partagent leurs propriétés, les métaux et certains oxides métalliques, sont attirées par l'électricité résineuse, et repoussées par celle vitrée; et que l'oxigène et les substances acides sont attirés par l'électricité vitrée, et repoussés par celle résineuse.

§ 149. La suite de ces expériences, extrêmement nombreuses et très-variées, sur lesquelles Mr. Davy entre dans des détails très-ingénieux à la fin de son mémoire, ne sembleroit-elle pas devoir nous mettre dans le cas de penser, que, les molécules constituantes des corps n'étant pas

davantage en un contact direct et absolu entre elles que celles intégrantes auxquelles leur combinaison donne naissance, sont sans doute placées sous des circonstances analogues ? Ne pourroit-on pas les considérer comme étant de même soumises à l'attraction par approche d'un fluide particulier, qui formeroit autour d'elles une espèce d'athmosphère d'une étendue plus ou moins considérable. La différence qui se montre entre leur mode d'attraction entrelles, ainsi que celle qui existe entre les molécules intégrantes, semble en effet annoncer la présence d'un fluide différent. Or, si tout tend à démontrer que le fluide placé entre les molécules intégrantes est le calorique, tout semble tendre de même à démontrer que celui placé entre les molécules constituantes est celui électrique ; cest-à-dire, les deux fluides de natures différentes compris sous cette dénomination générale. Alors les propriétés différentes de ces deux fluides, qui seroient interposés séparement et d'après le mode d'attraction propre aux molécules de chacune des substances principes, donneroit dumoins une explication plausible de la cause, soit des affinités chimiques, soit des non-affinités qui existent entre ces différentes molécules. Par là s'expliqueroit l'affinité des substances différentes entre elles ; telle que celle des acides avec des alcalis, des terres avec les métaux, de l'oxigène avec les métaux, &c. ainsi que la non-existence d'aucune affinité entre les molécules des substances semblables entre elles. Par là s'expliqueroit encore la différence qui existe entre l'affinité chimique, ou de composition, et l'attraction d'agrégation ou de cristallisation, &c. &c.

§ 150. C'est à l'observation et à l'expérience à nous apprendre si c'est habituellement ce fluide qui est interposé entre toutes les molécules constituantes des corps, ou si quelqu'autre ne partage pas avec lui cette propriété. L'observation de Mr. Davy ouvre un nouveau champ très-vaste aux expériences. Eh ! qui peut prévoir d'avance les nouvelles lumières qu'elles peuvent nous faire acquérir ? Messieurs Nicholson et Carlisle, deux savants Anglais, avoient déjà vu l'action du fluide électrique galvanique à l'égard de la décomposition de l'eau

opérée par lui ; mais quelle latitude les expériences de Mr. Davy ne viennent-elles pas de donner à cette première observation.

§ 151. Le fluide ou, pour parler plus exactement, les deux fluides électriques étant généralement distribués dans toute la nature, tant dans l'espace que dans la partie solide de notre terre, et sa présence se faisant habituellement observer dans tous les corps, il est infiniment probable qu'il doit y jouir de la propriété de pouvoir se combiner avec leurs molécules constituantes, et de devenir lui-même alors partie composante de leur substance. Dans ce cas, modifiant nécessairement leur nature, il doit occasionner dans les corps dans lesquels il entre, une partie des caractères sous lesquels ils se présentent à nos yeux. Il ne seroit donc, dans ce cas, nullement étonnant qu'il y occasionnât des effets très-sensibles, mais que l'analyse chimique ne pourroit lui attribuer, n'ayant aucun moyen de s'en saisir. Le minéralogiste, saisissant le caractère extérieur de ces corps et reconnoissant, dans leurs molécules intégrantes, des formes totalement différentes de celles des substances auxquelles l'analyse sembleroit devoir les rapporter, est alors forcé de les en séparer, pour en faire des espèces distinctes. Il s'appuye donc, dans ses travaux, sur la chimie, autant qu'il sent qu'elle peut lui apporter un point d'appui solide et utile ; mais, connaissant l'insuffisance qui existe encore dans ses moyens, pour établir déterminément la nature de toutes les substances minérales, il se sépare d'elle et se dirige par les simples moyens qui lui sont fournis par la nature elle-même, lorsque ceux chimiques lui paroissent insuffisants. N'est-il alors jamais dans le cas de s'égarer ? Je suis fort éloigné de le croire. Si les moyens chimiques sont encore imparfaits, ceux minéralogiques sont loin encore d'avoir atteint la perfection à laquelle ils sont appellés à arriver un jour ; mais du moins il simplifie sa marche, et diminue la masse des difficultés qui se présentent à lui.

On peut faire à l'égard des fluides qui appartiennent, soit au calorique, soit au magnétisme, la même observation.

FLUIDE MAGNÉTIQUE.

§ 152. Les connoissances naturelles que nous avons pu acquérir sur le magnétisme, dont trois substances seulement, le fer, le nickel et le cobalt, nous ont montré jusqu'ici, d'une manière bien sensible, la présence, sont si bornées, qu'il est bien difficile encore d'adopter une opinion à l'égard de ce fluide. Celles mathématiques, qui ont pour base ses effets, le calcul de ses forces, ainsi que celui de leur action, ont fait infiniment plus de progrès, et nous avons eu, surtout dans ces derniers temps, de grandes obligations, à cet égard, à beaucoup de savants, au nombre desquels on doit compter principalement Messieurs Biot et Coulomb.

§ 153. Cependant le résultat de nos connoissances actuelles sur ce fluide est tel, qu'il existe de grandes probabilités que les propriétés que présentent les substances magnétiques, telles que de diriger constamment les mêmes points de leurs surfaces vers les pôles nord et sud de la terre, lorsqu'elles sont en liberté de se mouvoir ainsi que de se repousser par les mêmes points de leurs surfaces qui se dirigent vers un même pôle, et de s'attirer par ceux qui se dirigent vers un pôle différent, appartiennent à deux fluides particuliers et différents. Alors, ainsi que dans l'électricité, les molécules de ces deux fluides auroient la propriété de se repousser, lorsqu'elles appartiennent au même fluide, et de s'attirer, lorsqu'elles appartiennent à l'un et à l'autre séparément.

§ 154. Il paroit en outre que, lorsque les molécules de ces deux fluides sont fixées, en quelque abondance que ce soit, dans les corps qui les renferment, et cela sans doute par une attraction particulière entre elles et les molécules de ces corps, elles n'y jouissent d'aucune action répulsive, tant que rien ne vient troubler leur repos; mais que, du moment où elles ont reçu le mouvement, ce qui rend le

corps magnétique, les molécules de chacun de ces deux fluides prennent une direction contraire, et partagent en deux parties la masse de la substance qui les renferme, par la manière dont elles viennent s'accumuler dans chacune de ces deux parties. De ce moment seulement le magnétisme des corps devient sensible à nos sens par son action. Ils attirent constamment, par leurs deux pôles, les substances qui renferment les deux fluides, mais non ainsi divisés; et cela indifféremment par tous les points de la surface de ces mêmes corps: mais, lorsqu'ils ont été amenés de même à l'état magnétique, ils les attirent par leurs pôles différents, et les repoussent par leurs pôles semblables.

§ 155. Tout démontre qu'en effet la propriété magnétique est donnée à toutes les substances qui sont disposées pour la recevoir, par tout moyen de mettre en mouvement, dans ces substances, les deux fluides dans lesquels elle réside; soit que ce mouvement leur soit communiqué par celui de ces deux mêmes fluides qui existent probablement à l'état de liberté, tant dans l'athmosphère que dans les entrailles de la terre; soit qu'il leur soit communiqué par d'autres causes quelconques. On sait que le moyen le plus ordinaire dont on se sert pour aimanter des barreaux d'acier, est de frotter ces mêmes barreaux avec un autre déjà aimanté lui-même, et de le faire de manière à ce que les pôles de même nature soient constamment dans une direction semblable. Il n'est même pas absolument nécessaire que l'un des deux barreaux soit à l'état magnétique, pour qu'il puisse aimanter l'autre: on sait que Mr. Servington Savery, par une méthode qui ensuite a été perfectionnée par le Dr. Godwin Knight, étoit parvenu à donner à des barreaux d'acier une force magnétique considérable, en les frottant simplement, dans la même direction et assez longtems, avec une grosse barre de fer non-aimantée. Il n'est pas non-plus nécessaire, lorsque la masse du corps qu'on veut magnétiser est très-foible en comparaison de celle de l'aimant, que le frottement se fasse sur l'acier d'une manière directe. J'ai souvent aimanté très-fortement des

aiguilles minces d'acier, en les plaçant sur un corps quelconque, comme, par exemple, sur une planche peu épaisse, ou sur plusieurs doubles de papier, et promenant par dessous, de manière à les faire mouvoir, un acier aimanté. Il est parfaitement indifférent aussi quelle soit, dans ce cas, la direction du mouvement que l'on donne à l'acier aimanté : ces petites aiguilles acquièrent également le magnétisme, même en ne donnant d'autre mouvement à l'acier aimanté que dans la direction de l'est à l'ouest. On procure aussi au fer une vertu magnétique très-sensible, mais cependant foible et qui se détruit promptement, en le frappant à coups de marteau multipliés, et qui se succèdent rapidement. L'action de la lime produit le même effet, et alors la lime elle-même donne des traces de magnétisme : les ciseaux, et tous les instruments d'acier dont on fait un usage habituel, sont très-souvent dans ce cas.

Quant au mouvement communiqué par le simple acte de celui du fluide habituellement répandu dans l'espace, si l'on suspend perpendiculairement à l'horison une barre de fer, ou mieux encore, si on la place de manière à ce que ses extrémités regardent les pôles nord et sud, elle acquiert de même, au bout de quelque temps, une vertu magnétique : la plupart des flêches et des croix de clochers, lorsqu'elles sont en fer, les barreaux des grilles, &c. sont dans ce cas.

§ 156. D'un autre coté, il paroit aussi que le mouvement qui met en action le fluide magnétique, peut être procuré au fer par celui, à l'état de grande intensité, des autres fluides élémentaires dont il a été question auparavant. Les pelles, pincettes, &c. qui sont placées verticalement dans nos cheminées, dans celles surtout dans lesquelles on fait du feu de bois, et dans la cavité desquelles la chaleur se répand plus généralement et plus également, acquièrent très-promptement la vertu magnétique. Si l'on fait rougir une barre de fer longue et mince, et qu'on la place verticalement et subitement dans l'eau froide, elle acquiert de même cette vertu. Mr. de l'Arbre, dans un mémoire inséré dans le Journal de Physique du mois de Juin, 1787,

a prouvé, d'une manière bien sensible, la propriété qu'a le calorique de donner au fer la vertu magnétique: Mr. Pelletier est parvenu aussi à des résultats pareils. L'électricité peut de même faire acquérir la vertu magnétique au fer: on connoit nombre d'exemples dans lesquels la foudre a rendu magnétiques, et souvent même assez fortement, les morceaux de fer qu'elle a frappé. En 1786 ou 1787, Mr. de Rozières, alors Capitaine du Génie, et Secrétaire de l'Académie des Sciences de Valence en Dauphiné, dont j'étois aussi membre, a aimanté une barre de fer, en la soumettant à l'action du fluide électrique d'un conducteur simple, et en tirant des étincelles de l'extrémité opposée à celle qui regardoit le conducteur: il est de même parvenu à aimanter cette barre, sans tirer d'étincelles, mais moins promptement et moins fortement. Nous n'avons encore aucune observation directe à l'égard de l'action, sous ce rapport, du fluide de la lumière, mais il pourroit très-bien se faire que cette action, entrât pour beaucoup dans le magnétisme qu'acquièrent les barres de fer exposées à l'air libre, et situées perpendiculairement.

§ 157. Il paroit de même que lorsque l'action du mouvement a déterminé la séparation des deux fluides magnétiques, et décidé leur transport dans les deux parties distinctes du corps aimanté, cette disposition reste dans le même état, à moins que quelques causes très-fortes ne viennent la détruire. Un aimant très-puissant présenté à une aiguille aimantée peu épaisse, suffit souvent pour en détruire totalement la vertu magnétique. L'action du calorique, que nous avons vu être suffisante pour aimanter le fer, en détruit le magnétisme, lorsqu'il jouissoit auparavant de cette propriété. La percussion, un peu forte et prolongée, produit le même effet.

§ 158. Le fluide magnétique, ou plus correctement, les deux fluides dont l'ensemble est connu sous ce nom, paroissent aussi ne pas borner leur existence à la surface du globe que nous habitons; mais exister de même, soit dans l'espace, soit dans les entrailles de la terre. Mr. Gay Lussac s'étant élevé, dans un balon, à la hauteur

de 3600 toises, a reconnu à cette hauteur la même existence et la même action dans ce fluide, que celles qu'il avoit reconnues au point d'oú il étoit parti: l'aiguille aimantée y faisoit de même 10 oscillations en 42 secondes. On sait que ce sont les entrailles de la terre qui renferment le plus habituellement le fer à l'état magnétique.

Dans aucun des minérais connus sous le nom d'aimant, le fer n'est à l'état métallique; il y est toujours plus ou moins combiné avec l'oxigène. La combinaison de l'oxigène avec le fer, lorsqu'elle ne passe pas une certaine dose, ne détruit donc pas la propriété qu'a ce métal de devenir magnétique: des trois oxides de fer cristallisables que nous connoissons, celui seul dont la forme primitive est le cube, et que j'ai décrit dans un mémoire inséré dans les Transactions Philosophique de Londres de l'année 1803, est privé de cette propriété. Bergman dit avoir fait un aimant factice en imbibant d'huile, de manière à pouvoir le pénétrer, un oxide de fer noir et pulvérulent connu alors sous le nom d'Ethiops martial, et en le placant, après lui avoir donné la forme d'un parallélipipède, entre les pôles de deux aimants naturels garnis de leurs armures.

§ 159. L'action des deux fluides magnétiques l'un sur l'autre, est si active, et en même temps si subtile, qu'elle n'est pas empêchée par l'interposition entre eux de corps de nature différente, et souvent même d'une épaisseur assez considérable: on sait qu'un aimant exerce son action sur le fer, ou sur une aiguille aimantée très-mobile, même à travers différents corps. Nous avons bien peu de données satisfaisantes pour l'explication de ce phénomène. Ne sembleroit-il pas démontrer que ces fluides seroient renfermés dans tous les corps de le nature, mais simplement interposés et dans un état d'équilibre, tant pour la quantité que pour le mouvement, avec les fluides magnétiques ambiants; et que sous cet état ils sont sans doute propres à communiquer, par élasticité, le mouvement aux parties de ces mêmes fluides renfermés dans les corps dans lesquels ils seroient plus abondamment répandus, et plus étroitement fixés; mais non à le recevoir,

et encore moins à le conserver. Cette élasticité, communiquant le mouvement, auroit alors deux directions, et par conséquent deux actions différentes, suivant celui des deux fluides auquel ce mouvement appartiendroit.

§ 160. Il paroit donc extrêmement probable que, ainsi qu'il est assez généralement pensé aujourd'hui, le magnétisme est, de même que l'électricité, produit par l'action de deux fluides de propriétés différentes et même opposées; et que c'est au mouvement qu'ils reçoivent dans les corps, dans lesquels ils sont accumulés et en quelque sorte fixés, qu'on doit rapporter les phénomènes qu'ils produisent. Il paroit en même temps très-probable aussi, que ces deux fluides sont généralement répandus, soit dans l'espace, soit dans les entrailles de la terre, soit aussi dans l'intérieur de tous les corps, où ils jouissent d'un mouvement qui leur est propre, et est continuellement entretenu par l'action d'une puissance inconnue, mais dont le foyer paroit être placé aux pôles nord et sud de notre terre: action soumise cependant à différentes variations, telles que celles connues sous le nom de déclinaison et d'inclinaison. Et il paroit en outre que le mouvement qu'ils reçoivent est susceptible d'avoir différentes intensités. Mais cette manière d'envisager le magnétisme n'est point encore appuyée sur des preuves assez fortes et assez démonstratives, pour sortir de la classe des hypothèses.

§ 161. Comme fluides particuliers, ces deux fluides magnétiques peuvent très-bien aussi jouir de la propriété de combiner leurs molécules avec celles composantes des différentes substances minérales, et contribuer conséquemment par là à leur nature.

OBSERVATIONS SUR LA NOMENCLATURE

DES SUBSTANCES MINÉRALES.

Je terminerai cette introduction par quelques observations sur la nomenclature des substances minérales. En minéralogie, ainsi que dans toutes les autres sciences, il seroit fort à désirer que toutes les espèces dont la réunion fait une grande partie de la science elle-même, fussent désignées par un nom qui caractérisât la nature de chacune d'elles, ou du moins leurs qualités principales et exclusives. Mais, pour qu'une science puisse être soumise à ce genre de nomenclature, il faut que toutes les espèces dont elle est formée soient parfaitement connues, soit dans leur nature, soit dans leurs qualités essentielles et distinctives, soit dans les divers rapports qu'elle peuvent avoir les unes avec les autres: c'est à dire qu'il faut qu'elle soit finie, ou qu'elle approche du moins de l'époque où l'on commence à entrevoir sa fin. La minéralogie est loin encore d'être dans ce cas, et, sans la suivre dans toutes ses branches, nous nous contenterons de l'examiner, à cet égard, du côté de la distinction de l'espèce, que nous avons dit être une réunion de molécules intégrantes toutes semblables entre elles, et composées, chacune, des mêmes éléments combinés entre eux dans les mêmes proportions: définition fort juste qui a été donnée par Mr. L'abbé Haüy. Or, d'un coté, les moyens cristallographiques propres à faire reconnoître la véritable forme des molécules intégrantes des corps, sont bien éloignés encore de pouvoir le faire, à l'égard de toutes les espèces, d'une manière certaine et parfaitement démontrée; et de l'autre les moyens chimiques, suffisants pour comparer les substances entre elles, par le rapport des produits qu'elles fournissent à l'analyse, sont de même trop imparfaits encore pour pouvoir établir, d'une manière positive et à l'abri de tout doute, les véritables parties composantes de la molécule intégrante, ainsi que la manière dont elles se dosent et se comportent entre elles pour la composer. Les premiers éléments

nous manquent donc pour être à même de pouvoir établir une nomenclature descriptive en minéralogie. Dans cet état de choses, le mot le plus insignifiant, celui qui tend le moins à exprimer une idée, est, à mon avis, celui qui convient le mieux à la substance que l'on veut désigner ; il a surtout l'avantage précieux de ne pouvoir être la cause d'aucune erreur.

Il faut en outre, dans l'état actuel de la minéralogie, se pénétrer intimement d'une idée, que je crois aussi fortement appuyée sur la justice que sur la raison, qui est que le nom donné à une substance par la première personne qui l'a observée et l'a fait connoître, est pour elle une propriété que nulle autre n'a le droit de lui ôter, à moins que ce nom n'eût déjà été donné à une autre substance, ou ne portât sur des propriétés communes à plusieurs ; ou enfin sur des propriétés fausses qui seroient dans le cas d'induire en erreur. Peu d'époques ont plus été dans le cas de mériter des reproches, à cet égard, que celle actuelle. La plus grande partie des noms anciens sous lesquels les substances minérales étoient connues, ont été suprimés pour les remplacer par d'autres, et cela sans raisons suffisantes, et sans qu'aucune méthode ait dirigé la marche de la nouvelle nomenclature par laquelle on les remplaçoit. Il en est resulté, et il en résultera bien davantage par la suite, des discussions interminables sur la véritable nature de la substance à laquelle tel ou tel auteur avoit donné tel ou tel nom. Il en résulte aussi le grand désavantage pour nos neveux et pour nous, de rendre, par l'oubli des anciens noms, les travaux de nos ancêtres inutiles pour nous : et tous les jours nous nous appercevons qu'il y auroit, de notre part, un amour propre déplacé, de croire qu'aucune de leurs observations ne puisse nous être utiles.

Un auteur s'étant une fois permis ce changement dans la nomenclature et cela sans aucun but d'utilité parfaitement démontrée, il est si séduisant d'être le Créateur de quelque chose, que ceux qui viennent ensuite, ayant essentiellement le même droit, imitent son exemple. Si l'on ajoute à l'immensité de noms différents que cette cause nous a déjà donnés pour les mêmes substances, ceux qui ont

été donnés en outre à différentes de leurs simples variétés, par suite du dégré de confiance trop absolue portée à des caractères indéterminés, légers, variables et nullement essentiels à la nature de la substance, on verra dans quelle horrible confusion nous sommes ménacés de nous trouver un jour. L'espèce de minéral connu autrefois sous le nom de Schorl vert, va nous servir d'exemple à ce sujet. Cette substance a d'abord été nommée *thallite* par Mr. la Métherie, et ensuite *épidote* par Mr. l'Abbé Haüy. Suivant les différentes variétés qu'elle présente, elle a aussi été nommée *delphinite* et *schorl aigue marine* par Saussure, *akanticone* par d'Andrada, *pistacite* par Mr. Werner, *korza* par Mr. Karsten, *glassartiger stralhstein* par les Allemands, *glassy actinolite* par Mr. Kirwan et *arandalite* par les Suédois. Voilà donc, si je n'en ai oublié aucun, onze noms différents donnés à une seule substance, et que le minéralogiste est forcé de connoître et de citer, lorsqu'il écrit, afin de ne laisser aucun doute sur la nature de toutes les substances dont les auteurs ont parlés, et qui sont dans le cas d'être rapportées à celle qu'il décrit. Combien devient considérable par là la place que les simples synonimes doivent nécessairement occuper dans un traité de mineralogie !

La thallite me servira de même à placer ici une observation qui fera sentir, en outre de l'inconvénient du changement de nom dans les substances, le peu de justice qui a présidé à ce changement, par l'imperfection même des noms par lesquels la plupart des anciennes dénominations ont été remplacées. Du moment où on a commencé à s'appercevoir que, sous le nom de schorl, étoient comprises un grand nombre de substances de nature essentiellement différente, le schorl vert a été une des premières qu'on en ait séparées ; et, autant que ma mémoire puisse me fournir, cette séparation a été, sous le nom de *thallite*, faite pour la première fois, par Mr. la Métherie. On a reproché à ce nom tiré du grec et dont l'étymologie est *feuillage vert*, de porter sur une couleur qui n'étoit pas constante, puisqu'on trouvoit des thallites jaunes et des thallites grises, et on l'a remplacé par un autre aussi dérivé du grec, *épidote*, dont l'étimologie est, *qui a reçu un accroissement*. Mais l'expression du premier de ces deux noms peut

être plus convenablement adoptée à la substance que l'on a dessein de désigner par elle, que celle du second ; la couleur dominante de la thallite est verte, celle jaune même sous laquelle on la trouve est verdâtre, et celle grise est fort rare. D'ailleurs il n'est pas un minéralogiste qui ne sache aujourd'hui que la couleur est un caractère très-variable, dans les pierres, et qui, si le mot grec *épidote* lui présente, au moment où il le prononce, l'idée de la couleur verte, ne rapporte à l'instant cette expression à la simple couleur dominante dans cette substance. Ce nom étoit, d'après mon opinion, une propriété pour l'auteur, et, comme il ne présentoit rien qui pût induire en erreur, cette propriété ne pouvoit pas lui être enlevée.

Le nom *d'épidote*, par lequel celui de thallite a été remplacé, et dont l'étimologie *(qui a reçu un accroissement)* porte sur ce que la forme à laquelle conduit son clivage apparent est, d'après l'observation de Mr. L'abbé Haüy, un prisme tetraèdre rhomboïdal dont les bases sont, non des rhombes, ainsi que cela est le plus ordinaire dans les prismes droits, mais des parallélogrammes rhomboïdaux ayant deux de leurs cotés opposés plus grands que les deux autres, est-il aussi exempt du reproche de pouvoir induire en erreur ? C'est ce que nous allons examiner. Nous observerons d'abord, que tout cristal étant un accroissement, soit de sa molécule intégrante, soit de son cristal primitif, la distinction indiquée ne peut porter que sur l'un ou sur l'autre de ces accroissements; mais, dans ce cas, ou elle reposeroit sur un fait commun à tous les cristaux, ou elle indiqueroit que la molécule ou le cristal primitif de la substance après avoir été formé, et avant de servir de base à la formation d'aucun des autres cristaux, auroit reçu un accroissement qui en auroit altéré les dimensions, ce qui seroit bien certainement une idée fausse. En second lieu, ce nom étant une expression caractéristique, il sembleroit d'après cela que le caractère qu'il a dessein d'exprimer ne devroit se rencontrer que dans la seule substance qu'il sert à désigner, et ne se montrer dans aucune autre, car alors il pourroit convenir aussi parfaitement à la dernière, et ne seroit plus qu'un adjectif de qualité, et non un nom propre. Or c'est précisement ce qui arrive à l'égard de cette

substance, plusieurs autres étant dans le même cas, ainsi que Mr. L'abbé Haüy l'a reconnu à l'égard de la chaux sulfatée et de l'axinite. Ce fait, d'ailleurs, n'auroit pas encore été observé, que l'expression n'en seroit pas moins mauvaise parceque, d'un moment à l'autre, il pourroit l'être, et nécessiteroit alors de changer de nouveau le nom de la substance; ce qui est toujours un grand inconvénient. On peut en dire autant d'un très-grand nombre des nouveaux noms qui ont été donnés aux substances en place des anciens, et dont la signification est au moins aussi peu propre à faire excuser le trouble qu'ils portent avec eux dans la science. Par exemple, le nom de *télésie* par lequel on avoit remplacé celui de *saphir*, lorsque cette substance étoit considérée comme un espèce distincte du corundum et du rubis oriental, donnoit, par son étymologie (*corps parfait*) une idée très-fausse, non-seulement de cette substance, mais même de toutes les autres. Cette étymologie tendoit à faire penser que cette substance étoit la plus parfaite de toutes celles appartenant au règne minéral, et que toutes les autres étoient dans un état d'imperfection plus ou moins considérable: idée la plus fausse que l'on puisse prendre en minéralogie, où chaque substance a son dégré d'imperfection et de perfection et, dans le dernier de ces états, est aussi parfaite qu'aucune autre substance puisse l'être. Sous le nom de trémolite, le minéralogiste se représentoit une substance dont il connoissoit les caractères et l'aspect, et dont l'étymologie du nom lui rappelloit que celle observée et nommée pour la première fois, avoit été trouvée au Mont St. Gothard, dans la vallée de Tremola. Ce nom a été changé en celui de grammatite, qui veut dire, *marqué d'une ligne*; parceque quelques-uns des cristaux de cette substance présentent, soit sur leurs faces rhombes terminales, soit sur les cassures qui les représentent, une ligne transversale qui passe par les deux angles aigus du plan rhombe et y occupe la place de la grande diagonale. Ce fait, ainsi que je viens de le dire, est vrai sur quelques-uns des cristaux de cette substance; mais il s'en faut de beaucoup qu'il se laisse de même appercevoir sur tous, le plus grand nombre au contraire en est même privé. Cette dénomination porte donc sur un caractère accidentel,

que j'ai toujours considéré comme étant dû à la réunion de deux moitiés longitudinales du prisme tétraèdre. Si d'après la signification étymologique du mot de trémolite, un observateur cherchoit à reconnoître ces lignes avant de classer la substance qu'il auroit entre les mains, il seroit exposé à en exclure le plus grand nombre de ses cristaux.

Ces observations suffisent pour faire voir combien il est difficile de donner aux substances minérales, dans l'état actuel de nos connoissances, des noms caractéristiques qui puissent leur convenir exactement, et combien, dans ce cas, il est préférable de choisir pour les désigner, des noms, soit insignifiants, soit emportant avec eux une signification qui n'ait aucun rapport avec leurs caractères, et désigne simplement quelques faits indifférents à leur nature, tels que ceux de localité, de couleurs, &c. &c. on a beaucoup critiqué la dénomination des pierres tirée des localités, des couleurs et des noms propres d'hommes. Je ne partage nullement l'opinion des critiques, à cet égard, pourvu cependant qu'on ne fasse pas un abus de ce genre de nomenclature. D'après la manière de penser que j'ai avancée, il y a un instant, sur ce sujet, je crois que les dénominations ne portant sur aucun des caractères regardés comme essentielles dans les substances, conviennent parfaitement, dans ce moment. Elles ont d'ailleurs quelqu'avantage: celles établies sur la couleur rappellent celle la plus habituelle que montre la substance; c'est ainsi que, dans la thallite, la presque totalité des morceaux qui lui appartiennent sont verts, qu'ils sont bleus dans le cyanite, blancs dans la leucite, &c. &c.: celles tirées des localités rappellent communément les endroits d'où sont sortis les premiers morceaux de la substance, lorsqu'elle a été observée pour la première fois: celles établies enfin sur des noms propres d'hommes, donnent à l'auteur l'occasion de consacrer par là son amitié, son estime, ou sa reconnoissance; mais, ainsi que je l'ai dit, il faut user de cette nomenclature sobrement; et c'est assez généralement ce qui a eu lieu jusqu'ici.

PREMIÈRE CLASSE;

PIERRES SIMPLES.

PREMIER ORDRE;

PIERRES SIMPLES ACIDIFÈRES.

PREMIER GENRE;

CHAUX.

PREMIÈRE ESPÈCE;

CHAUX CARBONATÉE.

PREMIÈRE ESPÈCE DE FAMILLE,

DANS LA CHAUX CARBONATÉE;

CHAUX CARBONATÉE À CASSURE LAMELLEUSE.

CHAUX CARBONATÉE

À CASSURE LAMELLEUSE.

Pierre Calcaire. *Carbonate de Chaux* des Chimistes. *Kalkstein* des Allemands. *Lime-stone* et *Carbonated Lime* des Anglois.

Cette substance, ainsi que l'indique l'expression sous laquelle elle est désignée, est la combinaison de la chaux avec l'acide carbonique: la première y entrant dans la proportion de 56 parties, contre 44 d'acide carbonique.

La chaux, terre élémentaire qui lui sert de base, n'a point encore été rencontrée dans la nature à l'état pur, ou sans avoir contracté aucune combinaison. Elle a été citée, il est vrai, par le Dr. Falconer, dans son ouvrage sur les Eaux de Bath, comme ayant été trouvée dans les environs de cette ville; mais cette observation paroît n'avoir nullement été confirmée: j'ai vu d'ailleurs, dans quelques cabinets, des morceaux de cette prétendue chaux pure, qui ne m'ont offert d'autres caractères que ceux propres à la chaux carbonatée compacte terreuse ordinaire.

Ce n'est donc que par l'art, que la chimie peut obtenir cette terre dans son état de pureté. Pour y parvenir, on lave de la craie dans de l'eau distillée bouillante; on la dissout ensuite dans du vinaigre distillé, dont on la précipite par le carbonate d'ammoniaque; on lave le précipité, et on le calcine ensuite pour en dégager l'acide carbonique. Le résidu est alors regardé par la chimie comme la terre base de la chaux carbonatée parfaitement pure, et n'ayant con-

tracté aucune combinaison quelconque par l'acte de la calcination. On lui a donné le nom de *chaux*, sous lequel la chaux carbonatée calcinée étoit déjà vulgairement connue.

Sous cet état, cette terre est soluble dans environ 450 parties d'eau. Elle a une grande tendance à s'unir avec l'acide carbonique de l'athmosphère ; elle se dissout dans les acides sans effervescence, mais avec chaleur ; elle est infusible ; sa couleur est blanchâtre ; sa saveur est urineuse, âcre et presque caustique ; et elle verdit le sirop de violettes.

Sa pésanteur spécifique est de 23,00.

L'acide carbonique est la combinaison du carbone et de l'oxigène, sous les proportions de 28 parties de carbone et de 72 d'oxigène.

D'après les différents travaux de la chimie, sur l'analyse de l'air, il paroît qu'il renferme habituellement une petite portion de gaz acide carbonique ; et ce fait a dû exister dès l'origine, puisque les végétaux et les animaux admettent le carbone au nombre de leurs parties constituantes. Il paroît aussi que, vu la grande tendance qu'a la chaux à s'unir avec l'acide carbonique, cette partie habituellement répandue dans l'air, surtout dans sa région inférieure, suffit pour mettre obstacle à ce que la chaux pure, même celle qui est un produit de l'art, reste longtems à cet état, sans contracter une union avec lui, et repasser par là à l'état de chaux carbonatée. C'est, à ce qu'il paroît, à cette même propriété qu'est attachée celle que possède la chaux, de former, par son mélange avec le sable, une masse solide et d'autant plus dure qu'elle a une ancienneté plus considérable : c'est à la regénération de la chaux à l'état de chaux carbonatée, et à l'augmentation de dureté et de volume qu'elle prend par ce moyen, que cette propriété paroît le plus directement appartenir.

La solubilité de la chaux dans l'eau, peut de même servir à démontrer la grande tendance qu'elle a à s'unir avec l'acide carbonique. Si l'on expose à l'air une solution parfaite de cette terre, perfection qui est annoncée par sa transparence, sa surface se couvre d'une pellicule qui croit continuellement en épaisseur, et en

solidité, et n'est autre chose que de la chaux régénérée à l'état de chaux carbonatée, par l'acide carbonique fourni par l'air. Si cette pellicule est enlevée, il s'en forme une nouvelle, et cela successivement jusqu'à l'entier ou presque entier épuisement de la chaux.

La pésanteur du gaz acide carbonique est plus considérable, de beaucoup, que celle de l'air commun ; ce qui fait qu'il occupe habituellement la partie la plus basse de l'athmosphère. Une des propriétés qui peut le plus facilement le faire distinguer, dans l'eau qui peut le renfermer, est de donner à la teinture de tournesol une couleur purpurine rougeâtre qui repasse d'elle-même à celle bleue ou violette, ce qui n'existe pas avec les autres acides.

CARACTÈRES SPÉCIFIQUES

DE LA CHAUX CARBONATÉE, À L'ÉTAT LE PLUS PARFAIT.

CARACTÈRES ESSENTIELS.

CRISTALLOGRAPHIQUES.

Cristal primitif. Rhomboïde obtus, ayant 101°, 32′ et 78°, 28′ pour mesure des angles de ses plans rhombes, fig. 1. pl. 2.

Ce cristal se divise, avec une grande facilité, parallèlement à chacun de ses plans rhombes.

Molécule intégrante. Prisme trièdre à bases inclinées. Ses bords longitudinaux se rencontrent entre eux sous deux angles aigus de 37°, 45′, et sous un angle obtus de 104°, 29′, fig. 2. Les angles d'incidence des faces terminales sur les bords obtus sont de 108°,26′ et 71°, 34′.*

Cassure lamelleuse.

PHYSIQUES.

Pésanteur Spécifique. 27,17.

Estimée d'après la moyenne proportionelle entre celles de 12 cristaux très-parfaits et transparents. Le plus pésant, de 27, 48, et le plus léger, de 26, 86.

Dureté. Rayé par le cuivre jaune employé communément en Angleterre à la facture des instruments de physique; et le rayant aussi à son tour, mais avec moins de facilité.

Réfraction double.

Electricité par le frottement. Aucune.

* On trouvera des détails intéressants sur les divisions possibles et indiquées dans la chaux carbonatée, à la partie qui concerne le cristal primitif, dans la description des modifications, ainsi que dans les observations sur l'état actuel de la cristallographie.

CHIMIQUES.

Action des acides. Dissoute avec une vive effervescence par l'acide nitrique.

Action du feu. Infusible au chalumeau sans addition; mais réductible en chaux vive par la perte de l'acide carbonique.

Sir James Hall a fait voir, dans un mémoire lû à la Société Royale d'Edimbourg, le 3 Juin, 1805, que la chaux carbonatée n'étoit infusible qu'à raison de la perte de l'acide carbonique que la chaleur dégage très-promptement; mais que si, par un moyen tel que celui d'une forte compression, on empêche le dégagement de cet acide, elle fond et même cristallise par le refroidissement.

Analyse. Les premières analyses de la chaux carbonatée, faites par Bergman, avoient indiqué, en outre de la chaux et de l'acide carbonique, onze parties d'eau désignées sous le nom d'eau de cristallisation; mais cette analyse répétée par les plus habiles chimistes actuels, a prouvé qu'il n'y existoit aucune eau qnelconque, ou du moins qu'elle en renfermoit extrêmement peu. Ses parties constituantes, d'après Mr. Vauquelin, sont,

Chaux . . .	56.
Acide carbonique	44.

CARACTÈRES EVENTUELS.

Couleur. Le plus habituellement incolore. Elle montre cependant quelquefois la plupart des couleurs connues, mais rarement. Celle qu'elle montre le plus communément est le jaune brun plus ou moins foncé.

Phosphorescence. La chaux carbonatée d'un jaune brun foncé, et dont la couleur disparoit au feu, est pour l'ordinaire phosphorescente. Il en est de même de la plus grande partie de celle qu'on rencontre dans la pierre calcaire coquillière, surtout lorsqu'elle est en même temps bitumineuse: la chaux carbonatée du Derbyshire, et principalement celle dont les filons sont coquilliers, est dans ce cas. Mais il

existe beaucoup de chaux carbonatées qui ne sont nullement phosphorescentes: il y a même des cantons dans lesquels, la chaux carbonatée phosphorescente est très-rare.

La lueur de cette phosphorescence, lorsqu'elle est foible, est d'un jaune un peu rougeâtre; mais dans sa plus grande intensité elle est d'un jaune rougeâtre foncé, qui passe à l'orangé, ou couleur de feu.

La chaux carbonatée qui se montre dans les produits primitifs, tels que dans les granits de dernière formation, les gneiss et autres roches feuilletées primitives, ne m'a jamais montré aucune phosphorescence. A l'exception de la variété magnésienne connue sous le nom de dolomie, j'ai rencontré fort peu d'autres chaux carbonatées phosphorescentes dans les produits primitifs secondairs, et lorsque j'en ai observé leur lueur a toujours été très-foible.

Parmi les chaux carbonatées phosphorentes sur la pelle échauffée quelques unes le sont en outre aussi par la collision, et leur lueur phosphorescente est alors semblable.

Tableau de la chaux Carbonatée et de ses Varietés.

Espèces	*Variétés.*	*Divisions.*	1res *Sous-divisions.*	2des *Sous-divisions.*
À CASSURE LAMELLEUSE.	Cristallisée d'une manière parfaitement déterminée.	Cristal primitif.		
		Ses modifications et variétés.		
	De forme cristalline indéterminée.	Se rapprochant plus ou moins de la forme déterminée et régulière.		
		Fibreuse	Dont les fibres sont étroitement réunies entre elles.	à fibres parallèles.
				à fibres divergentes.
			Dont les fibres sont peu ou point adhérentes entre elles.	à fibres parallèles.
				à fibres divergentes.
				à fibres entre-croisées.
		Mammelonnée	à couches concentriques.	
			à rayons divergents.	
			à rayons divergents et couches concentriques.	
	Formant diverses concrétions cristallines.	En Stalactite.	Cylindrique.	Fistuleuse.
				non fistuleuse.
			Conique.	
			Tuberculeuse.	
			Rameuse.	
			Ayant sa surface plus ou moins garnie de cristaux déterminés.	
			Terminée par une cristallisation déterminée.	Par un simple cristal.
				Par des cristaux groupés.
		En Stalagmite.	Conique.	Ayant sa base entourée par une ou plusieurs ceintures des cristaux parfaitements déterminés.
			Tuberculeuse.	
			Rameuse.	
			Globuleuse. *Dragées de Tivoli, et Pisolite.*	Avec noyau étranger.
				Sans noyau étranger.
				Les globules réunis par un ciment calcaire.
				Les globules réunis par un ciment argileux.
	Incrustation à l'état cristallin.	Sur des substances végétales.		
		Sur des Substances minérales.		

Tableau de la chaux Carbonatée et de ses Variétés.				
Espèces	*Variétés.*	*Divisions.*	1res *Sous-divisions*	2des *Sous-divisions.*
A CASSURE LAMELLEUSE.	En masse lamelleuse, souvent formée par couches, et quelquefois ondulée ou contournée. *Albâtre calcaire.*	à grandes lames.	Ayant une direction commune.	
		à lames courtes.	Se croisant suivant nombre de directions différentes.	
	En masse feuilletée dont les feuillets sont très-minces, et le lustre de leur plans souvent nacré. Chaux Carbonatée dépressée. *Chaux Carbonatée nacrée. Haüy.*	Solide. *Schifferspath. Werner.*	En feuillets droits.	De texture lâche. De texture serrée et ayant parfaitement le lustre de la nacre de perle. N'ayant qu'un lustre très-foible.
			En feuillets contournés.	
		Ayant peu de consistance. *Schaumerde Werner.*	Ayant une légère consistance.	
			Totalement pulvérulente.	
	En masse grenue. *Marbre Salin.* *Chaux Carbonatée. Saccaroïde. Haüy.*	A gros grains.	Des montagnes primitives.	De texture lâche.
			Des montagnes secondaires et des filons.	De texture serrée.
		à grains fins.	Des montagnes primitives.	De texture lâche.
			Des montagnes secondaires et des filons.	De texture serrée.
		De différentes grosseurs, dans les grains, qui même quelquefois ont une texture lamelleuse sensible, et présentent différents mélanges et propriétés.	Elastique.	
			Sans aucun mélange de parties étrangères. *Marbre Statuaire.*	
			Avec mélange de diverses parties des substances primitives. *Marbre Cypolin.*	Mêlangé de mica. *Cypolin proprement dit.* Mélangé de serpentine ou stéatite verte. *Verde antico, &c. &c.*
	En masse terreuse plus ou moins mélangée de parties à l'état cristallin, d'argile, d'oxide de fer, et quelquefois de manganèse; mais le tout en dose peu considérable.	A texture compacte. *Marbre Secondaire.*	Plein ou d'une seule couleur.	
			De couleurs variées. *Marbre panaché.*	
			A l'état de brêche *Brocatelle.*	
			Coquillier. *Lumachelle.*	Sans éclat. Nacrée. Opalisante.

Tableau de la chaux Carbonatée et de ses Variétés.

Espèces	*Variétés.*	*Divisions.*	1[res] *Sous-divisions.*	2[des] *Sous-divisions.*
À CASSURE LAMELLEUSE.	Suite En masse terreuse, plus ou moins mélangée de parties à l'état cristallin, d'argile, d'oxide de fer, et quelquefois de manganèse; mais le tout en dose peu considérable.	à texture grossière et lâche. *Pierre calcaire.*	Mélangée d'une assez grande quantité de parties à l'état cristallin. *Pierre de taille.*	
			Mélangée de beaucoup moins de parties à l'état cristallin. *Pierre calcaire commune.*	
			Renfermant des coquilles ou fragments de coquilles, madrépores, &c.	
			Renfermant des restes de corps organisés.	Appartenant eux animaux. Appartenant aux végétaux.
			Formée par l'agrégation de petits corps globuleux. *Pierre calcaire oolite.*	Ces corps ayant une texture pleine et uniforme. Ayant une texture à couches concentriques.
			Mélangée sensiblement de manganèse. *Pierre calcaire donnant la meilleure chaux.*	
			Placée en couches minces sous le sol de quelques vallées. *Pierre calcaire tertiaire.*	Renfermant des parties totalement terreuses. Renfermant des coquilles fluviatiles.
	En masse de dépot récent, communément cellulaire. *Tuf.*	Ayant quelque consistance due au mélange de quelques parties cristallines.	Avec restes de végétaux ou leurs empreintes.	
			Avec coquilles fluviatiles.	
		Sans consistance. De dépôt sur différentes substances. *Incrustations terreuses.*	Sur des fragments de bois détruits, et dont il ne reste que les cavités occupées par eux *ostéocole.*	
	à l'état crayeux. *Craie.*	De texture compacte.	Avec des coquilles	à l'état calcaire. à l'état siliceux.
		De texture lâche.	Avec silex.	Colorée par du bitume. Colorée par le fer.
		Plus ou moins mélangée de parties à l'état cristallin.		

	Tableau de la chaux Carbonatée et de ses Variétés.			
Espèces	*Variétés.*	*Divisions.*	1[res] *Sous-divisions.*	2[des] *Sous-divisions.*
À CASSURE LAMELLEUSE.	Suite A l'état crayeux. *Craie.*	De nature spongieuse. *Agaric minéral.*		
		à l'état pulvérulent. *Farine fossile.*		
	Mélangée de plus de terre argileuse que n'en renferme la pierre calcaire ordinaire. *Marne.*	Avec excès de parties calcaires. *Marne calcaire.* Avec parties calcaires et argileuses dosées également, ou à peu près également. *Marne mitoyenne.* Avec excès de parties argileuses. *Marne argileuse.*	Solide ou pierreuse.	Avec coquilles. Avec poissons. Avec ossements de divers animaux. Plus ou moins bitumineuse.
			Terreuse.	
		En couches peu épaisses. *Marne schisteuse.*	Sans aucun autre mélange. Mélangée de bitume. *Schiste marno-bitumineux.* *Werner.*	Avec poissons.
			Mélangée de bitume et de cuivre. *Schiste marno-bitumineux cuivreux.*	
		Compacte.	Avec dendrites qui pénètrent la masse de sa substance. *Marne dendritique.*	
			Représentant des ruines, par des taches qui pénètrent sa substance, et qui sont dues au fer oxidé. *Pierre de ruine et pierre de Florence.*	Ces mêmes taches étant dues à de petites agrégations de marne mamelonnée, de couleur plus foncée, ou de couleur différente de celle de la marne qui les renferme. *Pierre de Bristol.*
			Mamelonnée ou figurée de différentes manières par les eaux. *Marne figurée.*	En mamelons isolés. Cylindriques Applatis. En grappes.
			Cloisonnée par le retrait, et ayant ses fissures remplies par une matière cristalline le plus souvent calcaire. *Ludus Helmontii.*	Ayant ses fissures remplies par une substance cristalline non calcaire, mélangée de beaucoup de fer oxidé.

Tableau de la chaux Carbonatée et de ses Variétés.

Espèces	*Variétés.*	*Divisions.*	1res *Sous-divisions.*	2des *Sous-divisions.*
À CASSURE LAMELLEUSE.	Suite Mélangée de plus de terre argileuse que n'en renferme la pierre calcaire ordinaire. *Marne.*		Sphéroïdale, ayant éprouvé un retrait du centre à la circonférence. *Géode marneuse.*	
	Mélangée de quartz. *Chaux Carbonatée quartzeuse.* *Chaux Carbonatée quartzifère.* Haüy.	Appartenant à la chaux carbonatée cristallisée.	En Rhomboïde aigu de la 17eme modification. *Grès de Fontainebleau.*	De formes régulières. En masse. En stalactites.
			En prismes hexaèdres courts. *Tafelspath.* *Stutz.*	
		Appartenant à la chaux carbonatée en masse lamelleuse. *Variété du conite des suédois.*		
		Appartenant à la chaux carbonatée en masse grenue. *Autre variété du Conite.*		
		Appartenant à la pierre calcaire commune.	Compacte. *Autre variété du Conite.* *Calp de Kirwan.*	
			Grossière. Fibreuse et martiale. *Madreporite de Moll.*	
	Mélangée de magnésie et quelquefois aussi d'un peu de fer, et même d'un peu de manganèse. *Chaux Carbonatée magnésienne.*	Accompagnant les roches primitives, et principalement celles qui renferment des substances de nature magnésienne.	De formes déterminées appartenant toujours à quelques-unes de celles de la chaux carbonatée pure. *Bitterspath. Werner.*	En Rhomboïde primitif. En Rhomboïde aigu de la 11me modification. En Rhomboïde aigu de la 17me modification.
			En masse lamelleuse.	
			En masse compacte.	
			En masse grenue. *Dolomie.*	à grain fin, friable par le peu d'adhérence des grains entre eux. — très phosphorescente; à grain fin, solide par l'adhérence des grains entre eux. — non-phosphorescente. flexible.; à gros grains

Tableau de la chaux Carbonatée et de ses Variétés.

Espèces	Variétés.	Divisions.	1res Sous-divisions.	2des Sous-divisions.
À CASSURE LAMELLEUSE.	Mélangée de magnésie et quelquefois aussi d'un peu de fer, et même d'un peu de manganèse. *Chaux Carbonatée magnésienne.*	Accompagnant les produits calcaires secondaires.	De forme déterminée, et n'ayant montré jusqu'ici que le Rhomboïde primitif de la chaux carbonatée.	
			En masse grenue.	à gros grains appartenant au Rhomboïde primitif. à grain fin et dont les grains n'ont aucune forme cristalline apparente mélangée de coquilles.
			En masse compacte.	
			En masse terreuse.	
	Chaux Carbonatée mélangée de fer. *Chaux Carbonatée martiale. Chaux Carbonatée ferrifère. Haüy.*	Des formes déterminées, appartenant toujours à une de celles de la chaux carbonatée pure.	En Rhomboïde aigu de la 11me modification.	
	Chaux Carbonatée mélangée de fer et de manganèse, tous deux en doses très-variables. *Chaux Carbonatée ferro-manganésienne. Spath perlé. Braun Spath. Werner.*	De forme déterminées appartenant toujours à une de celles de la chaux carbonatée pure.	En Rhomboïde primitif. En Rhomboïde lenticulaire, ou de la 4me modification.	Ayant un lustre nacré.
			Appartenant à un des deux Rhomboïdes précédents, mais contourné. En Rhomboïde aigu de la 17e modification.	Ayant un lustre doré. Jaune.
		De formes indéterminées.	Mamelonnée. Fibreuse.	Noire.
		En masse lamelleuse.	à grandes lames à lames courtes.	Couleur de chair.
		Incrustant divers cristaux de chaux carbonatée pure, au dépens de la surface desquels il s'est formée.	Détachée de dessus cette surface, dont elle conserve l'empreinte.	Attractive au barreau aimanté.
		Superficielle, et recouvrant la surface de différentes substances en cristaux souvent imperceptibles.		

Espèces	*Tableau de la chaux Carbonatée et de ses Variétés.*			
Espèces	*Variétés.*	*Divisions.*	1res *Sous-divisions.*	2des *Sous-divisions.*
À CASSURE LAMELLEUSE.	Chaux Carbonatée mélangée de Bitume. *Chaux Carbonatee bitumineuse.* *Chaux Carbonatée bituminifère. Haüy.*	à l'état cristallin lamelleux.	à grandes lames.	
			à lames courtes.	
		à l'état terreux et compacte de la chaux carbonatée ordinaire.	Avec restes de coquilles et d'animaux marins.	
			Sans restes sensibles de coquilles, &c.	
	Chaux Carbonatée mélangée d'hydrogène sulfuré ? *Chaux Carbonatée fétide.* *Lapis Suillus.* *Chaux Carbonatée hydro-sulfurée. Vauquelin.*	à l'état cristallin indéterminé.	Lamelleuse.	à grandes lames.
				à lames courtes.
		à l'état terreux et compacte de la chaux carbonatée ordinaire.	En faisceaux composés de longs prismes cannelés et indéterminés.	
		Mélangée de beaucoup de bitume.		
	Chaux Carbonatée des coquilles.	Chaux carbonatée des couches non-nacrées, et analogue à la *chaux carbonatée commune.*	Couches feuilletées dont les feuillets se divisent en Rhomboïdes absolument semblables à ceux de la chaux carbonatée.	
			Couches analogues à la chaux carbonatée en lames courtes.	
			Couches analogues à la chaux carbonatée compacte.	
			Couches analogues à la chaux carbonatée fibreuse.	Dont les fibres sont des prismes hexaèdres.
				Dont les fibres sont des prismes hexaèdres terminés par une pyramide hexaèdre très-aigue
			Parties cristallisées tenant une place isolée dans quelques endroits particuliers des coquilles, tels que les pointes du strombus gigas, &c.	En fibres divergentes et transparentes.
				En mamelons opaques.
				En très-petits cristaux transparents et peu réguliers.

Tableau de la chaux Carbonatée et de ses Variétés.

Espèces.	*Variétés.*	*Divisions.*	1[res] *Sous-divisions.*	2[des] *Sous-divisions.*
À CASSURE LAMELLEUSE.	Suite de la Chaux Carbonatée des coquilles.	Chaux carbonatée nacrée des coquilles. *Nacre de perle.*	Ayant ses feuillets réunis étroitement les uns avec les autres. *Analogue à la Chaux carbonatée dépressée solide.*	D'un lustre nacré très éclatant. D'un lustre nacré foible.
			Ayant ses feuillets très-minces, foiblement réunis entre eux, et facilement réduits en poudre sous les doigts. *Analogue à la chaux carbonatée dépressée pulvérulente.*	
		Chaux carbonatée globuliforme des coquilles. *Perles.*	Perles non-nacrées. *Analogues aux pisolites.*	En globules parfaitement arrondis. En globules irréguliers. D'un blanc mat. Grisâtre. Rosée.
			Perles nacrées. *Analogues aux pisolites, mais à couches de chaux carbonatée dépressée ou nacrée.*	En globules parfaitement arrondis. En globules irréguliers. En masse tuberculeuse. D'un lustre nacré très-brillant et demi-transparent. D'un lustre nacré foible. Ayant un chatoyement irrisé. Grise. Noire.
			Variété des perles non nacrées, quant à la texture. Celle des perles nacrées est toujours en couches concentriques.	En couches concentriques. En couches concentriques, et rayons divergents plus mélangée de gélatine et de couleur grise. Id. avec quelques parties nacrées à la surface.

	Tableau de la chaux Carbonatée et de ses Variétés.			
Espèces	*Variétés.*	*Divisions.*	*1res Sous-divisions.*	*2des Sous-divisions.*
À CASSURE LAMELLEUSE.	Suite de la Chaux Carbonatée coquilles.	Suite de la chaux carbonatée globuliforme des coquilles.	Variétés, quant au noyau central, dans les perles nacrées et non-nacrées.	à noyau de nature semblable au globule, mais s'en détachant facilement. à noyau de chaux carbonatée non-nacrée dans les perles nacrées. Ayant un petit grain de quartz pour noyau. Ayant un petit morceau de bitume pour noyau. Dont la capacité intérieure est remplie par un bitume désséché, dû au manteau de l'animal dans les perles en masse tuberculeuse.

ÉTUDE DE LA CHAUX CARBONATÉE.

CHAUX CARBONATÉE CRISTALLISÉE.

Spath Calcaire. Kalkspath des Allemands. *Calcareous Spar* des Anglais.

DE FORMES PARFAITEMENT DÉTERMINÉES.

C'est l'état le plus parfait sous lequel la chaux carbonatée puisse exister; mais c'est en même temps aussi celui sous lequel elle se montre le moins communément. L'acte de la cristallisation exige, pour parvenir aux formes régulières déterminées, des circonstances particulières, que la formation tumultuaire et précipitée des grandes masses ne pouvoit comporter. Aussi ne rencontre-t-on la chaux carbonatée en cristaux parfaitement déterminés que dans quelques couches particulières de ces grandes masses, et principalement dans les fentes, fissures et filons, qui ont pu y prendre naissance après leur formation, ainsi que dans toutes les autres cavités qu'elles peuvent renfermer. Elle se montre de même aussi, et sous des circonstances semblables, dans la roche de montagnes d'une nature différente de la sienne soit d'origine primitive soit d'origine secondaire: c'est ainsi, par exemple, qu'elle existe dans la plus grande partie des filons métalliques qui s'y trouvent.

La chaux carbonatée est, après le quartz, la substance qui se montre le plus fréquemment et le plus abondamment en cristaux déterminés. Le quartz seul l'emporte à cet égard sur elle: un grand nombre de faits semblent prouver, de la part de ce dernier, une facilité plus grande à la cristallisation, et moins facilement troublée. Cependant le quartz est extrêmement borné dans les modifications de son cristal primitif, ainsi que dans les variétés que forment les diverses combinaisons de ces modifications; tandis que la chaux carbonatée

est d'une richesse immense, à cet égard: elle surpasse même de beaucoup, dans ce genre, tout ce que montrent les autres substances minérales. Aucune, en effet, ne peut lui être comparée, puisque, dans l'état actuel de nos connoissances, le nombre de ses modifications, ou des modes différents dans la superposition des lames de la cristallisation sur les plans de son cristal primitif, monte à 57, et celui des variétés produites par les différentes combinaisons de ces modifications, à près de sept cents. Cette raison m'a déterminé à renvoyer à la fin de cette substance, tout ce qui a trait aux détails de sa cristallisation: placés ici, ils auroient occasionné une interruption beaucoup trop grande, dans l'ensemble des descriptions, ainsi que dans celui des faits et des observations destinées à compléter l'étude de cette substance.

Quoique, du moment où l'eau de chaux, qui n'est autre chose qu'une solution parfaite de la chaux, est exposée à l'air libre, elle se couvre d'une pellicule plus ou moins épaisse, qui appartient à une régénération de la chaux carbonatée, par combinaison de sa base avec l'acide carbonique existant dans l'air; malgré la facilité, dis-je, de cette régénération, on n'a encore pu parvenir, par aucun moyen quelconque à la faire cristalliser artificiellement; ce qui vient parfaitement à l'appui de ce que j'ai dit, à l'égard des circonstances particulières que la chaux carbonatée semble exiger pour cristalliser.

On a été plus heureux, à cet égard, dans sa solution par le calorique. La connoissance de ce fait intéressant est due aux belles et ingénieuses expériences de Sir James Hall. Ayant fait éprouver à de la craie pulvérisée une compression assez forte pour s'opposer au dégagement de l'acide carbonique, et l'ayant ensuite exposée à une action très-forte de la chaleur, cette craie a été amenée à l'état de solution connu sous le nom de fusion. Soumise ensuite à un refroidissement lent, qui a permis l'évaporation entière du calorique, ses molécules se sont rapprochées suivant les lois d'attraction qui leur sont propres, et ont donné naissance à une véritable chaux carbonatée grenue, ou marbre salin; mais quelquefois aussi étant à l'état parfaitement lamelleux.

DE FORMES INDÉTERMINÉES.

La cristallisation indéterminée de la chaux carbonatée, c'est à dire, celle dans laquelle il n'est plus possible de distinguer aucune des formes régulières qui lui appartiennent, se montre sous différentes variétés qu'il est nécessaire de faire connoître; nous allons en conséquence nous occuper de chacune d'elles séparément.

1° *Se rapprochant plus ou moins des formes déterminées.* Dans les cristaux qui appartiennent à cette variété, on reconnoit encore une tendance aux formes régulières; mais le caractère déterminant est effacé, soit par l'accroissement irrégulier des faces des cristaux, soit par l'oblitération de nombre d'entre elles, ce qui ne permet plus de pouvoir saisir le rapport de situation de ces mêmes faces, les unes à l'égard des autres, et par conséquent de déterminer la forme à laquelle le cristal peut appartenir. La cause en paroit être due à un mouvement quelconque de trouble éprouvé par le liquide dans lequel la cristallisation a eu lieu.

D'autres fois les faces des cristaux cessent d'être planes, s'arrondissent et ne laissent plus appercevoir, d'une manière distincte, aucun des bords ou arêtes. La cause m'en paroit résider dans un changement fréquent et irrégulier éprouvé par le reculement des lames cristallines, le long des bords ou des angles; reculement qui, faisant varier la direction des petits plans auxquels chacun d'eux donne naissance, donne nécessairement une forme arrondie au plan qui est le résultat de leur réunion. C'est donc un véritable mode de cristallisation, mais qui, par suite de son effet, rend les faces du cristal totalement indéterminées; car leur arrondissement est lui même sujet à une infinité de variations. Toutes les modifications qui donnent naissance à des rhomboïdes obtus, sont dans ce cas: les plans du rhomboïde primitif, lui même, sont exposés à montrer quelquefois cet arrondissement. J'ai décrit, aux observations placées à la suite de la 33ème modification, et sous le nom de Diamantiforme, une variété de ce genre qui se trouve dans la principauté de Gales, en Angleterre, et

l'ai représentée sous la figure 6. Dans les rhomboïdes très-obtus, cet arrondissement est très-commun, et donne au cristal la forme d'une lentille; ce qui a fait désigner ces cristaux sous le nom de *lenticulaires*. Il est très-commun aussi dans les modifications qui donnent naissance aux dodécaèdres pyramidaux obtus. Cet arrondissement se fait, en général, plus souvent remarquer dans la chaux carbonatée, ainsi que dans celle sulfatée, que dans aucune autre substance.

Il existe encore une autre circonstance, dans laquelle les cristaux de chaux carbonatée deviennent indéterminés; c'est lorsque ces cristaux sont le résultat de la réunion d'un grand nombre d'autres, ou deviennent des agrégations. Pour l'ordinaire, les cristaux agrégés ont leurs faces semblables sous une même direction parallèle; alors ils forment par leur agrégation, si elle est complette, un grand cristal semblable à chacun des composants; si l'agrégation n'est pas complette, et que chacun, ou un très-grand nombre, des cristaux composants, restent isolés dans quelques-unes de leurs parties, la forme de chacun d'eux reste distincte, et est facile à rapporter à celle à laquelle elle appartient. C'est à cette variété, dont les cristaux composants appartiennent à des rhomboïdes aigus, ou à des dodécaèdres pyramidaux aigus, qu'il faut rapporter la variété nommée *spiculaire* par Mr. l'Abbé Haüy.

Il a été trouvé à Inverness, en Ecosse, une variété très-agréable de ces agrégations, dans laquelle la réunion de petits cristaux minces et allongés forme un prisme hexaèdre, aux deux extrémités duquel ces cristaux se séparent et prennent un aspect presque fibreux.

Mais il existe d'autres agrégations dans lesquelles les cristaux composants, au lieu de se pénétrer en conservant le parallélisme dans leurs faces semblables, se pénètrent suivant une direction quelconque dans laquelle ce parallélisme cesse d'exister. Les cristaux alors ne montrent qu'une partie plus ou moins grande de leur étendue, et ce qui en est apperçu les fait fréquemment rapporter à une forme qui n'est nullement la leur, et est même bien souvent étrangère à la chaux carbonatée. Telle est, je pense, la nature de la variété indéterminée de Mr. l'Abbé Haüy, à laquelle il a donné le nom de

chaux cabonatée *tetraèdre*, et qu'il dit offrir des pyramides quadrangulaires dont les faces sont striées parallèlement aux côtés de la base. Cette variété est due à une agrégation de rhomboïdes aigus, de 37°, 31', et 142°, 29', ou de la 22ème modification, et dans lesquels les angles saillants de leurs sommets sont remplacés par un plan qui descend jusqu'à la petite diagonale de leurs faces, ainsi que le représente la fig. 239. Ces cristaux se pénétrant de manière à ne laisser appercevoir en entier le plan triangulaire de remplacement de l'angle saillant de leur sommet, que sur le premier cristal du système, ce plan triangulaire joint à ceux qui appartiennent au rhomboïde, rend tous les angles solides composés de la réunion de trois plans, et leur donne l'aspect propre à ceux d'un tétraèdre, ou d'un octaèdre, suivant l'aspect selon lequel ils sont regardés. Par suite de la même raison, ce tétraèdre a celui de ses plans qui répond au plan de remplacement du sommet du rhomboïde, strié parallèlement à l'un de ses bords; mais, dans les deux autres plans, les stries sont de biais. Du moins est-ce là la texture de petits groupes que je possède, et que je crois absolument appartenir à la même variété que celle citée par Mr. l'Abbé Haüy. Elle vient du Derbyshire, où elle s'est montrée accompagnant des stalagmites.

2° *Fibreuse*. Cette variété, dans laquelle la chaux carbonatée est en fibres minces et souvent très-allongées, se divise en deux sous-variétés; dans l'une, les fibres adhèrent fortement les unes aux autres et forment une masse solide; dans l'autre, les fibres sont libres, soit en totalité, soit simplement dans une partie plus ou moins grande de leur longueur: et dans chacune de ces deux sous-variétés, les fibres sont ou parallèles ou divergentes.

La chaux carbonatée fibreuse est bien sensiblement un produit de la cristallisation; mais il n'y existe rien de déterminé, et chacune des petites fibres qui la composent ne peut être rapportée à aucune des formes régulières qui sont propres à cette substance. Cependant, ainsi que je viens de le dire, c'est un produit de la cristallisation, et lorsque cette variété se montre dans une partie quelconque d'un filon, toute la chaux carbonatée qui est dans le même endroit, et sous un

même niveau, affecte assez communément la même forme. Si, pour établir la cause qui peut avoir occasionné la formation de cette variété, je puis, avec quelque confiance, faire usage des observations que les cristallisations artificielles des solutions des divers sels dans l'eau m'ont permis de faire, je croirois devoir la rapporter à la distance où s'est sans doute faite la cristallisation, du lieu où étoit placé le liquide qui en fournissoit les éléments.

Dans la variété fibreuse dans laquelle les fibres ne sont point adhérentes entre elles, ces fibres sont ou égales dans toute leur longueur, et conséquemment prismatiques, ou elles vont, ainsi qu'on peut l'appercevoir avec la loupe, en diminuant de grosseur jusqu'à leur extrémité, qui se termine alors en une pointe très-aigue ; et, ce qui est digne de remarque, cette dernière manière d'être est assez générale parmi le plus grand nombre des substances qui sont à cet état de cristallisation, intermédiaire entre celle parfaitement déterminée et celle confuse. Dans le premier cas, les fibres sont communément placées à côté les unes des autres, suivant une direction parallèle. Dans le second, elles partent assez généralement d'un même centre dans lequel elles sont étroitement réunies, et, en s'en éloignant, elles s'écartent les unes des autres en divergent, et prennent alors l'aspect, soit d'un pinceau ou éventail, soit d'un cercle garni de tous côtés de ses rayons. Cette variété divergente est souvent d'un blanc mat et opaque : c'est ainsi, par exemple, qu'elle s'est fréquemment trouvée à Schemnitz en Hongrie.

Il s'en est montré une autre variété extrêmement jolie à Matlock, dans le Derbyshire ; cette variété forme une masse cellulaire très-légère, dans laquelle les fibres, qui sont d'une couleur grise un peu jaunâtre, se croisent en s'entrelaçant de manière à former un espèce de réseau, ainsi que le font quelques-unes des substances zéolitiques fibreuses. On pourroit donner à cette variété le nom *de chaux carbonatée fibreuse réticulaire :* il en existe un fort beau morceau dans le cabinet de Mr. Greville.

Parmi les variétés à fibres libres et parallèles, il en existe une très-jolie que j'ai rencontrée plusieurs fois, mais que je n'ai jamais observée

que dans la pierre calcaire coquillière : elle y forme de petites veines d'un pouce ou deux d'épaisseur. Ses fibres, qui sont d'un brun jaunâtre claire, sont très-minces, et toutes en contact les unes avec les autres ; mais elles se séparent avec la plus grande facilité, et, si on ne prend quelque précaution en maniant ces morceaux, on est exposé à s'en faire entrer les fibres dans les doigts.

Il faut distinguer avec soin de cette variété à fibres divergentes, des groupes de cristaux de chaux carbonatée qui se rencontrent fréquemment dans les fissures de la pierre calcaire coquillière, et dans lesquels les cristaux qui, se pénètrent à leur partie inférieure en convergent vers un centre commun, se séparent à leur partie supérieure, qui alors est à l'état de cristallisation parfaitement déterminée, dont la forme le plus souvent appartient au rhomboïde aigu de 75° 31′, dix-septième modification.

Dans la variété fibreuse dans laquelle les fibres sont fortement adhérentes entre elles, ces fibres sont de même parallèles ou divergentes. Parmi les variétés qui appartiennent à celles parallèles, une d'elles est faite pour être distinguée par sa grande beauté, qui lui a mérité d'être, depuis peu, employée par les jouailliers à la facture des ornements de parure des dames ; tels que colliers, boucles d'oreilles, &c. Cette variété s'est trouvée dans le Cumberland, où elle forme de petites veines d'un à deux pouces d'épaisseur, dans une pierre calcaire argileuse et schisteuse, où elle est renfermée entre deux couches minces, dans lesquelles la matière schisteuse est fortement mélangée de pyrites martiales. Les fibres de cette variété sont d'une très-grande finesse, et adhèrent étroitement les unes aux autres, en formant une masse continue d'un beau blanc nacré, et susceptible de recevoir un très-beau poli : et comme, malgré la continuité des fibres, l'épaisseur de la couche est formée de la superposition d'un très-grand nombre d'autres petites couches, cette texture, lors surtout que cette substance est taillée sous une forme arrondie, lui donne un chatoyement extrêmement agréable. Cette même texture fait que, se cassant assez facilement et très-nettement suivant la direction des fibres, elle se casse de même suivant une direction transversale qui, le plus

souvent, est perpendiculaire à ces mêmes fibres : la cassure montre alors de petites esquilles rectangulaires, qui tromperoient facilement l'observation qui porte sur ce caractère, si elle n'étoit pas redressée par l'état même dans lequel se trouve la substance. Cette chaux carbonatée a quelquefois une légère teinte rosée, et est très-pure ; on pourroit lui donner le nom de *chaux carbonatée fibreuse chatoyante.*

La variété à fibres adhérentes et divergentes se montre, soit en petits faisceaux isolés, soit en petits mamelons lisses ou raboteux à leur surface.

3° *Mamelonnée.* Cette variété se présente en mamelons isolés ou réunis en forme de groupe, et leur texture est, ou en couches concentriques, ou en fibres convergentes vers un centre commun : cette dernière variété rentre dans celle fibreuse précédente. Il en existe encore une autre variété dans laquelle les mamelons adhérent à la substance qui leur sert de gangue, par un espèce de pédicule. Leur formation a alors beaucoup de rapport avec celle des stalactites : le Derbyshire ainsi que plusieurs autres cantons, présentent des exemples de cette variété. Très-communément ces mamelons sont d'un blanc mat et opaque ; et souvent aussi leur surface, au lieu d'être lisse et unie, ainsi que l'est celle d'un grand nombre de variétés, est raboteuse, à raison de ce qu'elle est recouverte par une immensité de petits cristaux, pour l'ordinaire indéterminables, même avec le secours de la loupe.

CHAUX CARBONATÉE,

FORMANT DIVERSES CONCRÉTIONS CRISTALLINES.

En stalactite. Les stalactites prennent naissance aux plafonds, ou voutes supérieures des grottes, cavernes et autres cavités souterraines qui peuvent être renfermées dans l'intérieur des montagnes. Elles demandent, pour leur formation, le concours de deux causes; l'une, la présence d'une eau chargée des molécules intégrantes de la substance à laquelle la stalactite appartient; l'autre, la filtration de cette eau à travers l'épaisseur de la masse placée au dessus de ces cavités; et cela, de manière à ne parvenir sur les parois intérieurs de la voute, qu'en petite quantité, et par un espèce de suintement qui lui permette d'y séjourner et de s'évaporer, et ne la fasse pas, dès l'origine, s'écouler sur le plancher de la cavité, à mesure qu'elle arrive.

Plusieurs causes peuvent charger l'eau des molécules intégrantes de la chaux carbonatée; mais celle la plus active et qui est aussi, je pense, la plus ordinaire, est l'affinité qui existe entre elle et les molécules intégrantes des substances minérales*; affinité qui fait que, lorsque celle qui pénétrent ainsi dans l'intérieur d'une des cavités souterraines, peut rencontrer dans sa route, à travers les produits calcaires qu'elle parcourt, des parties de chaux carbonatée amenées à l'état de molécules intégrantes, par suite d'une décomposition quelconque qui en ait opéré la désintégration, elle s'en empare. Dans ce cas, arrivée sur les parois intérieurs de la voute de la cavité, il se fait, par suite de l'évaporation du liquide autour du point par lequel il arrive, un dépôt circulaire de chaux carbonatée, à l'état cristallin indéterminé, qui, augmentant continuellement et proportionellement à la quantité de chaux carbonatée renfermée dans le liquide, forme un tuyau cylindrique dont les parois intérieurs servent de canal

* Voyez les détails qui peuvent concerner cette affinité, dans la partie de cet ouvrage qui a trait à la théorie de la cristallisation.

d'écoulement. L'eau parvenue à l'extrémité de ce conduit, dépose, de la même manière, la chaux carbonatée à l'état cristallin, sur les parois de son épaisseur, ce qui en continue l'accroissement. Elle dépose de même aussi la matière cristalline dans le canal intérieur d'écoulement, mais en proportion moins considérable cependant; parceque l'eau, qui y a un mouvement d'écoulement continuel, entraine avec elle les molécules de chaux carbonatée; et que d'ailleurs l'évaporation y est très-foible, tandis qu'au contraire elle est très-active au dehors. Il existe nombre de ces petits tuyaux cylindriques dont l'épaisseur, qui est parfaitement égale partout, a à peine celle d'une plume à écrire. Telle est la cause et l'origine des *stalactites cylindriques fistuleuses*.

Cependant, par l'effet même du suintement de l'eau à travers l'épaisseur de la voute qui recouvre la cavité, les conduits s'aggrandissent, et elle arrive en plus grande abondance: elle prend alors son écoulement le long de la surface extérieure de la stalactite cylindrique, et son extrémité supérieure recevant plus abondamment et plus directement le liquide que celle inférieure, et cela, proportionnellement à sa distance de la voute, le dépôt de la chaux carbonatée cristalline se fait dans la même proportion, et la stalactite devient *conique fistuleuse*.

Le Derbyshire a fourni une variété très-intéressante de cette chaux carbonatée, dans laquelle la cristallisation est beaucoup plus parfaite qu'elle ne l'est d'ordinaire dans les stalactites, et principalement dans celles fistuleuses: tout le corps de celle-ci est composé de cristaux placés, en rayons divergens, autour du canal intérieur, et parfaitement déterminés, surtout à l'extérieur où ils montrent une partie de leur forme, qui appartient au rhomboïde aigu de 50°, 54′, ou de la 21me modification. La surface extérieure de la stalactite est en outre recouverte par une immensité des mêmes cristaux, formant divers petits systêmes particuliers d'agrégation. Ce fait démontre qu'il y a telles circonstances, qui dépendent sans doute de l'évaporation plus ou moins prompte du liquide, dans lesquelles le genre de cristallisation auquel les stalactites sont soumises, peut entrer dans le nombre de celles

régulierès et déterminées : j'ai vu des stalactites cylindriques fistuleuses dans le même cas.

A mesure que la stalactite cylindrique s'allonge, son canal intérieur diminue de diamètre, et finit par s'obstruer totalement : *elle cesse donc alors d'être fistuleuse.* Elle peut même cesser plutôt, de l'être par quelques protubérances cristallines que les hazards de la cristallisation peuvent avoir produit à son extrémité. Il en est de même de la variété conique, dans laquelle le canal intérieur s'obstrue, même beaucoup plus promptement encore, par le conflit du dépôt cristallin produit, tant par le liquide d'écoulement intérieur, que par celui extérieur, qui fait naitre beaucoup plus facilement les protubérances dont je viens de parler.

Les protubérances qui naissent ainsi à l'extrémité inférieure de la stalactite, se multiplient souvent à un point considérable ; et comme l'eau est arrêtée par elles en plus grande abondance, l'évaporation est moins prompte, ce qui fait qu'elles montrent une tendance plus grande à la cristallisation régulière ; elles atteignent même quelquefois cette régularité. Cette accumulation de protubérances, à l'extrémité des stalactites, y forme une tête souvent très-considérable, qu'on ne peut mieux comparer qu'à celle d'un chou-fleur, ainsi que cela a déjà été fait.

Quelques-unes de ces stalactites, ayant ainsi un amas de cristaux à leur extrémité, doivent par fois aussi leur formation à ce que cette extrémité s'est trouvée plongée dans une eau chargée des mêmes parties intégrantes de la chaux carbonatée qui ont cristallisé autour d'elle. J'ai observé cette formation dans de petites cavités particulières renfermées dans les cavernes, et dans lesquelles les parois ou bords s'élevant très-haut, servoient de receptacle à l'excédent de l'eau de formation de la stalactite, ainsi qu'à celle qui s'écouloit par d'autres endroits. Mais, dans ce cas, ce mode de formation est facile à distinguer ; la cristallisation, qui se fait ainsi contre la stalactite, indiquant toujours, et d'une manière tranchée, le niveau de l'eau dans laquelle elle s'est formée. J'ai vu des stalactites ainsi recouvertes de cristaux, dans une grande partie de leur longueur, et indiquant les divers

niveaux auxquels s'étoit élevée l'eau du receptacle dans lequel elles s'étoient formées.

Ces mêmes protubérances se forment quelquefois le long de la stalactite, et donnent alors naissance, par leur accroissement partiel, aux *stalactites rameuses*. Mais les plus agréables de ces stalactites, celles qui étoient autrefois connues sous le nom impropre de *flos ferri*, doivent en être retranchées maintenant : j'ai fait voir dans un mémoire lu à la Société Royale de Londres, le 26 Mai, 1803, que cette substance appartenoit à une autre espèce de chaux carbonatée plus dure, plus pésante, et n'offrant jamais aucune cassure lamelleuse ; espèce qui est connue aujourdhui sous le nom d'arragonite. Ces mêmes protubérances enfin, entourent quelquefois la stalactite en entier, en se plaçant à une distance quelconque de ses deux extrémités ; alors arrêtant, à cet endroit, le liquide chargé des molécules intégrantes de la chaux carbonatée, le dépôt cristallin y forme une ceinture qui approche plus ou moins de la cristallisation régulière. La grotte de Matlock dans le Derbyshire a fourni de très-beaux échantillons de ce genre de stalactite, ainsi qu'elle en a fourni de presque toutes les autres variétés.

Une des plus jolies de celles que ce canton de l'Angleterre ait offert, est une stalactite cylindrique ou conique, mince et allongée, et dont la pointe se termine par un cristal très-parfait, qui d'ordinaire appartient au dodécaèdre pyramidal aigu de la 47[e] modification.

La formation des stalactites ne se borne pas à ces actes isolés ; souvent, en grossissant, elles se réunissent entre elles ; d'autres fois, et cela, toujours d'après l'abondance du liquide, première cause de leur naissance, elles se servent réciproquement de point de départ et d'appui, et leur multiplicité, ainsi que la diversité des objets que leur ensemble présente, offre souvent, dans les grottes ou cavernes qui les renferment, un spectacle aussi curieux qu'étonnant et souvent même imposant. Là le voyageur minéralogiste, pendant que ses compagnons dirigés par la simple curiosité, s'amusent à comparer les divers aspects que ces stalactites leur présentent, en les rapportant aux objets avec lesquels leur imagination leur fait trouver quelque ressem-

blance, reçoit de la nature même les leçons les plus instructives et les plus satisfaisantes, sur les faits cristallographiques et leur application à la minéralogie.

Lorsque les stalactites ont acquis un volume un peu considérable, elles cessent d'être fistuleuses: c'est donc alors simplement par l'écoulement de l'eau chargée de molécules intégrantes de la chaux carbonatée, sur toute l'étendue de leur surface extérieure, qu'elles s'accroissent, en parvenant souvent à un volume énorme. La texture des stalactites est donc en couches concentriques, ce qui, lorsqu'elles sont coupées transversalement et polies, donne ces belles plaques à couches concentriques, connues généralement sous le nom *d'albâtre calcaire.* Il s'en est montré, en Derbyshirne, une très-belle variété colorée en vert bleuâtre par le cuivre.

En Stalagmites. Lorsque les stalactites deviennent volumineuses, elles annoncent l'abondance du liquide chargé des molécules integrantes de la chaux carbonatée, qui pénètre dans la cavité par son plafond. Par suite de cette même abondance, toute l'eau n'est pas épuisée par l'évaporation, mais une partie s'écoule par l'extrémité de la stalactite; elle tombe alors sur le plancher de la cavité, où elle éprouve de même l'action de l'évaporation, et donne naissance à l'élévation d'une autre colonne de forme arrondie, et de cristallisation indéterminée, qui porte le nom de *stalagmite.* Cette stalagmite s'éléve et croit, tant en diamètre qu'en hauteur, de la même manière que les stalactites. L'eau qui tombe continuellement sur son extrémité supérieure, s'y étend, s'écoule le long de sa surface extérieure, et détermine en conséquence son acccroissement, tant en diamètre qu'en hauteur. Seulement, ce mode de formation met les stalagmites dans le cas de joindre plus fréquemment à leur texture en couches concentriques, celle à rayons divergents. Les stalagmites prennent souvent un volume très-considérable, plus même que n'est celui des stalactites, et il est assez fréquent de les voir se joindre aux stalactites placées au dessus d'elle set ne former alors avec elles qu'une seule colonne continue depuis le plancher jusqu'à la voute de la caverne.

Il se forme aussi des stalagmites, par le simple écoulement des eaux du plafond de la cavité sur son plancher, sans qu'il existe aucune formation de stalactites au dessus d'elles.

La formation des stalagmites ayant une grande analogie avec celles des stalactites, en présente à peu près toutes les variations et accidents ; mais elle est accompagnée de beaucoup d'autres, qui dérivent des effets particuliers que la chute de l'eau de la partie supérieure de la cavité peut produire. Non seulement la chute de cette eau, chargée des molécules intégrantes de la chaux carbonatée, leur donne naissance par son évaporation ; mais en outre la réflexion de cette même eau, divisée souvent par sa chute même, en parties extrêmement légères, étant portée sur différentes parties des parois extérieurs de la cavité, ainsi que sur les stalactites elles mêmes, ajoute beaucoup encore aux aspects si variés qu'elles présentent.

L'art à su mettre à profit cette opération de la nature. Tout le monde connoit aujourd'hui les médaillons et bas reliefs exécutés aux bains de St. Philippe, près de Radicofani en Toscane, par le parti très-ingénieux que le Docteur Végny a su tirer des eaux chaudes de cet endroit, et qui sont en même temps chargées des molécules intégrantes de la chaux carbonatée. L'eau, dirigée de manière à tomber sur une croix de bois, y éprouve une division dont les parties très-fines rejaillissent dans les moules dont on veut retirer les empreintes, et qui ont été placés à une distance convenable. La cristallisation indéterminée de chaux carbonatée qui a lieu dans ces moules, en prend l'empreinte aussi parfaitement que pourroit le faire le plâtre le plus fin.

La formation des stalagmites sur le plancher même des cavernes et autres cavités souterraines remplies ordinairement d'irrégularités, les met dans le cas de se former souvent dans des endroits autour desquels le sol s'élevant, donne lieu à l'excédant de l'eau qui concourt à leur formation, de se rassembler en forme de petits bassins. Alors il se dépose nécessairement, à la surface de cette eau, des cristaux de chaux carbonatée qui la couvrent peu à peu d'une croute cristalline, qui y reste fixée par suite de l'adhérence qu'elle a

contracté avec la stalagmite même. Cependant, le liquide continuant de s'écouler sur la surface extérieure de la stalagmite, et passant sur cette croute, la sillonne de diverses élévations. Lorsque les eaux du petit bassin ont disparues, ou que la stalagmite est enlevée, cette partie cristallisée qui reste adhérente à elle représente assez bien une coquille de la classe des peignes. La même stalagmite porte, souvent plusieurs de ces appendices, placés les uns au dessus des autres autour d'elle; elles indiquent les différentes élévations auxquelles est parvenue l'eau du petit bassin: il est sorti de superbes morceaux de ce genre de la grotte de Matlock dans le Derbyshire.

On connoit plusieurs grottes et cavernes en Europe, dans lesquelles les stalactites et stalagmites sont très-multipliées, et forment souvent des colonnes d'un diamètre très-considérable: telles par exemple que celle de Matlock en Angleterre, d'Auxelles en Franche-Comté, d'Arcy en Bourgogne, de la Balme en Dauphiné, d'Antiparos en Grèce, de Baumann au Hartz, &c. &c.

Stalagmite globuliforme; *Pisolite*, *et dragées de Tivoli*. Ces différents noms sont donnés à une chaux carbonatée en globules, dont la grosseur varie, depuis celle d'un petit pois, jusqu'à celle d'une noisette et plus. Ces globules sont quelquefois isolés; d'autres fois ils sont réunis entre eux, soit par leur simple contact, soit par un ciment purement calcaire, soit par un ciment calcaréo-argileux souvent martial, soit enfin, ce qui arrive fréquemment, par un ciment graveleux. Ces Pisolites sont le plus communément d'un blanc mat et opaque; quelquefois cependant leur surface est légèrement colorée en un jaune ocreux. Leur texture est en couches concentriques très-minces, et qui se séparent avec facilité les unes des autres. Cassés, leur centre se montre pour l'ordinaire occupé par un petit noyau appartenant, soit à la chaux carbonatée elle même, soit, et même plus fréquemment, à des substances d'une nature étrangère, telles que schiste, quartz, &c: j'y ai plusieurs fois apperçu de petits fragments de granit. Quelquefois le noyaui ntérieur est très-volumineux, eu égard à la Pisolite qui le renferme; d'autres fois il est à peine perceptible. La forme de ces globules est souvent parfaitement ronde;

souvent aussi elle s'écarte plus ou moins de cette rondeur parfaite; ce qui paroit dépendre de la forme du noyau placé à leur centre.

Cette structure nous conduit tout naturellement à l'explication de leur mode de formation. Il est en effet extrêmement probable que cette formation a eu lieu dans une eau chargée des molécules intégrantes de la chaux carbonatée, et dans une partie de ce même liquide, agitée d'un très-grand mouvement, telle que le voisinage d'une chute d'eau, d'un tournoyement, ou de toute autre cause capable de mettre en mouvement les petites parties du sable formant la base du sol sur lequel les eaux étoient placées. Par là, la chaux carbonatée qui se déposoit, aura pu rencontrer chacun de ces grains de sable dans toute l'étendue de sa surface, et déposer autour de lui les diverses couches concentriques qu'on y observe, jusqu'à ce que l'accroissement de volume de tous ces grains occasionnat leur précipitation. Ces globules, ainsi précipités, auront ensuite été réunis, entre eux par la continuité de la précipitation de la chaux carbonatée, qui leur aura alors servi de ciment. Le même mouvement qui se continuoit dans les mêmes eaux, les aura fait souvent aussi se mélanger de diverses parties des sables et des cailloux qui formoient le sol sur lequel elles étoient placées. A Carlsbad en Bohême, l'endroit dans lequel ces Pisolites sont le plus multipliées, et où en même temps elles présentent le plus de faits propres à aider l'étude de leur formation, on en observe un grand nombre qui viennent parfaitement à l'appui de l'explication que je viens d'en donner. Il est très-facile de reconnoître sur plusieurs, que le depôt de la chaux carbonatée, qui a réuni ces petits corps globuleux après leur formation, ne s'est pas toujours fait d'une manière parfaitement tranquille: il y est mélangé de petites parties de quartz et de mica, qui en font une espèce de grès, et annoncent le mouvement qui agitoit l'eau dans ce moment. Dans d'autres de ces Pisolites, ces globules sont recouverts par une masse considérable, et assez pure, de chaux carbonatée d'un blanc mat, très-poreuse, et dont toute la substance ne paroit être qu'une agrégation d'un nombre immense de très-petits corps globuleux réunis les uns aux autres de différentes manières. D'autres

fois enfin, la chaux carbonatée, après avoir réuni entre eux les globules, a continué de se précipiter, et a placé au dessus d'eux un dépôt cristallin en couches, de la nature de ceux auxquels on donne le nom d'albâtre calcaire; dépôt qui, pour l'ordinaire, est plus ou moins mélangé d'argile martiale.

Toutes les couches dont les Pisolites sont composées, ne sont pas d'une densité semblable; quelques-unes d'elles sont à l'état cristallin parfait, et ont une cassure lamelleuse; dans d'autres, la chaux carbonatée paroit s'être précipitée à l'état de simple division, et n'être qu'un dépôt crétacé. Lorsque les Pisolites sont réunies entre elles par leur simple contact, la dernière de leurs couches a généralement une épaisseur plus considérable que toutes les autres, et est aussi à un état cristallin plus parfait.

A Carlsbad, où cette stalagmite globuliforme est très-commune, et où il est probable qu'il s'en forme tous les jours, il paroit que plusieurs de celles qui ont été formées autrefois, ont été postérieurement recouvertes par ces transports terreux, déblais des terreins élevés, et entrainés dans les vallées, qu'ils tendent perpétuellement à exhausser; puisqu'on en trouve des couches à quelque profondeur au dessous de la surface du terrein, et qu'on dit en avoir découvert une, il y a peu de temps, en creusant les fondations d'une église.

INCRUSTATIONS

DE CHAUX CARBONATÉE, À L'ÉTAT CRISTALLIN.

Les eaux chargées des molécules intégrantes de la chaux carbonatée, sont propres à déposer ces molécules sur tous les corps qu'elles peuvent rencontrer dans leur route. C'est ainsi qu'elles incrustent des branches d'arbres, des plantes, &c. &c. Parmi les plantes, celles qu'on rencontre le plus communément à cet état d'incrustation, sont celles qui, ainsi que la plupart des mousses, habitent le plus volontiers les endroits humides, et le bord des ruisseaux. Il est peu de cabinets dans lesquels il n'existe de ces incrustations faites, en quelque sorte, artificiellement sur des fruits, des fleurs, des œufs, des nids d'oiseaux, &c. que l'on place dans ces mêmes eaux, dans lesquelles on les laisse séjourner quelque temps. Il en est peu aussi qui ne renferment de ces fragments d'antiques aqueducs Romains, dont les parois intérieurs ont été recouverts par une incrustation de chaux carbonatée cristalline, ordinairement colorée en un gris sale plus ou moins foncé : ces mêmes incrustations se montrent fort souvent aussi dans nos tuyaux et autres canaux de conduite pour les eaux. Celles qui sont ainsi de nature incrustante sont très-multipliées ; il est peu de provinces qui n'ait les siennes. Il est rare cependant que la chaux carbonatée déposée par elles sur les différents corps qu'elle incruste, soit parfaitement pure ; ces eaux étant sujettes à entrainer dans leurs cours une quantité souvent même assez considérable de terre argileuse, qu'elles interposent ensuite entre les molécules de chaux carbonatée qu'elles déposent.

C'est à la filtration de ces mêmes eaux, chargées des molécules intégrantes de la chaux carbonatée, à travers les couches et amas de sables et de cailloux, qu'on doit en plus grande partie rapporter la formation des grès et des poudingues à ciment calcaire.

CHAUX CARBONATÉE,

EN MASSE LAMELLEUSE.

Cette variété est, de même que la précédente, due à un dépôt de la chaux carbonatée tenue en solution dans l'eau, et introduite par elle, soit dans les fentes ou fissures des roches, soit même aussi dans les cavités plus ou moins grandes dans lesquelles elle a pu pénétrer. Cette chaux carbonatée cristalline a bien souvent rempli ces différentes cavités, soit en totalité, soit simplement en partie; laissant de temps en temps quelques vides qui, pour l'ordinaire, ont leurs parois garnis de cristaux parfaitement déterminés. C'est en effet à cette variété qu'appartient la plus grande partie de la chaux carbonatée qui remplit les fentes et fissures des montagnes calcaires, où elle forme aussi des couches distinctes, et où on la rencontre en outre quelquefois formant des amas ou noyaux plus ou moins considérables, qui paroissent s'être formés en remplissage des cavités qui s'y rencontroient antérieurement. Cette chaux carbonatée fort souvent, surtout lorsque les veines sont étroites, est d'une nature pleine, uniforme et continue; mais bien souvent aussi, lorsque ces veines sont plus larges, elle est composée de diverses couches parallèles, et fréquemment ondulées: ce qui paroit dépendre des diverses sinuosités des parois des cavités qu'elle a remplies.

Sa texture particulière est, soit à grandes, soit à petites lames, et ces lames ou ont une direction commune et parallèle, ou se croisent entre elles, à raison de leurs différentes directions. Toutes ces variétés sont en général comprises, avec celles fournies par les stalactites et les stalagmites, dans celle à laquelle on donne le nom d'albâtre calcaire; et cela principalement lorsqu'elles sont taillées et polies.

Variété, soit à grandes, soit à petites lames, placées suivant une direction commune. Quoique cette variété n'ait proprement aucune forme déterminée, elle tient cependant de très-près à celle de forme déterminée, et

doit être regardée comme n'étant que la réunion d'une immensité de rhomboïdes primitifs, tous joints par leurs faces semblables, de manière à ne former qu'une masse cristalline continue. En effet, il est toujours facile de ramener un fragment quelconque de cette chaux carbonatée au rhomboïde primitif, en la clivant suivant la direction de ses lames. Cette régularité dans la texture, fait qu'elle est toujours plus ou moins transparente, lorsqu'elle n'est mélangée d'aucune autre substance étrangère: souvent même, ainsi que l'a observé aussi Mr. l'Abbé Haüy, cette transparence est assez grande pour permettre l'observation de la double réfraction.

Il n'en est pas de même à l'égard de la variété *en lames courtes s'entrecroisant sous différentes directions*. La transparence n'y est conservée que sur les bords, et la cassure ne peut ramener ses fragments au rhomboïde primitif, qu'autant qu'on peut parvenir à séparer les petites parties dans lesquelles ces lames peuvent avoir une direction commune, et travailler séparément sur elles. Lorsque les lames de cette variété deviennent très-courtes, elle rentre dans la série des variétés grenues à gros grains.

Il existe, dans la variété à grandes lames, une sous-variété dans laquelle les lames tendent, par système partiel, à former une masse sphérique. Ces lames n'ont plus aucun rapport avec celles de la cristallisation, elles sont autant de petites couches particulières ou feuillets, qui se délitent avec facilité les uns de dessus les autres. Dans ce cas, les petites masses, qui appartiennent à cette nouvelle variété, lorsqu'elles se délitent, présentent, dans l'une des deux parties séparées, un arrondissement, et dans l'autre, une dépression dont le diamètre répond à celui de l'arrondissement. J'ai observé fréquemment cette variété, et cela principalement parmi la chaux carbonatée du Hartz, colorée en brun et accompagnée, soit de stilbite, soit d'andréolite (Harmotome, Haüy). Je l'ai fort souvent observée aussi dans celle qui accompagne le stronthiane carbonatée, en Ecosse. Cette variété a beaucoup de rapports avec la suivante, lorsqu'elle n'est pas nacrée.

L'existence de la chaux carbonatée en masse lamelleuse, ne se borne pas au remplissage, soit des veines, soit des couches, dans les

montagnes de chaux carbonatée. Elle existe fréquemment sous le même état, dans les filons métalliques, tant des montagnes secondaires que de celles primitives, dont souvent même elle forme la partie principale de la gangue. Elle se montre en outre, et surtout celle de ses variétés en lames courtes différemment inclinées, formant, soit à elle seule, soit mélangée avec d'autres substances, de petites veines non métalliques, renfermés, tant dans les montagnes primitives que dans celles secondaires. Quelquefois même dans les roches primitives, elle se mélange avec leurs parties intégrantes ; quoique ce rôle appartienne plus particulièrement encore à la chaux carbonatée grenue, dont il sera parlé cy après. Un des pays de l'Europe où le mélange de la chaux carbonatée avec les substances primitives se montre le plus fréquemment, est sans contredit l'Ecosse. Là, tel qu'à Inverary, la chaux carbonatée est non seulement interposée dans le gneiss, le porphyre et la plupart des roches feuilletées primitives, mais se mélange même fort souvent avec leurs parties intégrantes. Dans d'autres endroits du même pays, telle qu'à Iona, elle se mélange en plus ou moins grande dose avec les substances quartzeuses et stéatitiques, et forme une espèce de serpentine très-dure, et d'un vert jaunâtre, qui s'y montre fréquemment en cailloux roulés, qu'on a bien souvent pris pour appartenir au jade. Dans d'autres endroits, elle se mélange avec le quartz, le feldspath, la hornblende, la stéatite, la stilbite, l'analcime, le fer oxidé attractif, l'argile, &c. et donne naissance à différentes espèces de roches connues, dans ce pays, sous la dénomination générale de Whin. Dans toutes ces circonstances, on la trouve fréquemment à l'état lamelleux à lames courtes diversement inclinées. Je me bornerai à en citer deux exemples ; l'un est à Glenorchy, un mélange intime de chaux carbonatée, de quartz et de mica, formant une roche feuilletée, entre chaque feuillets de laquelle est, ainsi que dans le gneiss et la plupart des roches feuilletées primitives, une légère couche de mica, sur la direction de laquelle la roche se casse. Ces feuillets ou couches ont, interposées entre elles, d'autres couches de plusieurs lignes d'épaisseur, qui appartiennent à la chaux carbonatée simplement mélangée de quartz, et d'un beau

blanc qui contraste avec la couleur de la roche qui est d'un gris noirâtre foncé ; et dont la texture est celle de la chaux carbonatée à lames courtes diversement inclinées.* L'autre exemple est fourni par une chaux carbonatée en masse, appartenant à la même variété, mais entièrement mélangée de quartz, et d'une couleur noire foncée qui la fait prendre, au premier aspect, pour de la hornblende. Cette pierre est traversée par une veine dans laquelle la chaux carbonatée, qui appartient toujours à la variété en lames courtes diversement inclinées, est d'un très-beau blanc, et est mélangée d'une dose plus considérable de quartz : cette variété est de Bunawe. Les Pyrénées, et principalement leur partie la plus élevée, présentent de même un mélange frappant de cette chaux carbonatée avec les substances primitives secondaires.

* Une roche absolument semblable se trouve aussi à Raphoe dans le Donnegall en Irelande.

EN MASSE FEUILLETÉE,

DONT LES LAMES SONT TRÈS-MINCES, LA TEXTURE FORT LÂCHE ET LE LUSTRE SOUVENT NACRÉ.

CHAUX CARBONATÉE DÉPRESSÉE.

Chaux Carbonatée Nacrée de Haüy. *Schifferspath et Schaumerde* de Werner.

Cette variété de chaux carbonatée présente absolument les mêmes caractères chimiques que ceux qui sont propres à la chaux carbo natée ordinaire; elle fait seulement une effervescence plus vive avec l'acide nitrique, et sa dissolution est plus prompte: lorsqu'elle est pure, cette dissolution ne laisse précipiter absolument aucun résidu. Quant aux caractères phisiques et cristallographiques, ils présentent quelques différences, et on en sentira bientôt la raison.

Caractères cristallographiques. Sa texture ne présente qu'une superposition de couches ou feuillets, ordinairement très-minces, mais ayant quelquefois aussi une épaisseur sensible, et ces feuillets n'ont aucun rapport avec les lames de la cristallisation. Chacun d'eux, pris séparément, se clive suivant trois directions différentes, qui donnent six plans de section, et ces plans sont alternativement inclinés en sens contraire. Les trois plans inclinés d'un même côté, font avec le plan de surface des feuillets un angle de 135°. Lorsque ces six sections ont été faites d'une manière convenable, la partie du feuillet sur laquelle elles ont été faites se présente absolument, et sous tous les rapports, ainsi que le fait le cristal représenté sous la fig. 13: et, dans les variétés dans lesquelles les feuillets ont une épaisseur sensible, et qui ont un peu de solidité, on apperçoit, sur leur surface, des triangles équilatéraux indiqués, soit par des stries,

soit par de légères cassures, ainsi que cela a fort souvent lieu aussi sur les faces terminales du cristal de la fig. 13.

Caractères phisiques. Sa pésanteur spécifique varie, suivant l'adhérence plus ou moins grande des feuillets entre eux; mais, dans les varietés dans lesquelles les feuillets ont une épaisseur un peu sensible, et une adhérence plus grande, cette pésanteur diffère très-peu de celle de la chaux carbonatée ordinaire.

Sa dureté varie dans la même proportion que sa pésanteur, et par suite des mêmes raisons. Sa fragilité est assez grande, et est proportionnée à l'épaisseur de ses feuillets.

Sa couleur la plus habituelle est blanche, mais cette substance prend aussi quelquefois une légère teinte rougeâtre, jaunâtre et verdâtre. Le plan de ses feuillets montre ordinairement un chatoyement nacré.

Ses *caractères chimiques* sont, ainsi que nous venous de le dire, absolument les mêmes que ceux de la chaux carbonatée ordinaire. Sa texture feuilletée, ainsi que le manque de réunion qui existe dans quelques-unes de ses parties intégrantes, et qui paroit être la principale cause de son lustre nacré, fait qu'elle fait une effervescence un peu plus vive qu'elle avec les acides.

Cette chaux carbonatée, feuilletée et nacrée, dont l'aspect extérieur s'écarte considérablement en effet, à la première inspection, de celui qui est propre à la chaux carbonatée ordinaire, a été, par cette raison, totalement méconnue jusqu'ici. Ses rapports avec la chaux carbonatée, dont elle ne fait qu'une très-jolie et très-intéressante variété, n'ont pas été apperçus. Cette différence d'aspect a engagé Mr. Werner à en faire une espèce particulière dans la chaux carbonatée. Mr. l'Abbé Haüy, vol. 4. page 397 de sa minéralogie, trompé par sa texture feuilletée qu'il regardoit alors sans doute comme un indice des lames de la cristallisation, semble disposé lui-même à en faire une espèce particulière, en disant " que son " tissu feuilleté, qui n'offre de joints apparents que dans un seul " sens, joint à son éclat nacré et à sa fragilité, établissent entre cette " substance et la chaux carbonatée ordinaire, des différences qui en " indiquent une dans la composition."

Je vais essayer de fixer l'opinion à l'égard de cette substance; mais auparavant je dois rappeler un fait que j'ai déjà établi dans un mémoire sur l'identité de nature qui existe entre le corundum, le saphir et toutes les gemmes dites orientales, lû à la Société Royale de Londres le 25 Mars, 1802, et inséré dans les transactions philophiques de la même année.

Ce fait est, que toutes les substances qui ont un rhomboïde pour cristal primitif, sont disposées à avoir le plan de remplacement de l'angle saillant de leur sommet chatoyant, du moment où les lames de la cristallisation ne sont point exactement réunies entre elles par tous les points de contact que peuvent présenter leurs molécules. Dans ce cas, la lumière étant réfléchie dans tous les petits vides qui restent entre les lames, cette réflexion se fait principalement par tous leurs joints naturels, tant sur les faces que sur les arêtes. Ayant conséquemment lieu sous des angles différents, elle produit, sur la face sur laquelle viennent aboutir tous ces joints naturels, une vacillation ou mouvement de lumière connu sous le nom de chatoyement, et auquel appartient aussi, lorsque cette face est arrondie, le jeu de lumière qui produit l'astérie. J'ai dit en même temps que, par suite de l'obstacle que cette même cause apportoit à la réfraction, qui alors devenoit très-incomplette, les pierres chatoyantes ne pouvaient jouir d'une transparence parfaite.

Jettons maintenant un coup d'œil sur les variétés de forme de la chaux carbonatée, dans lesquelles l'angle saillant du sommet du rhomboïde primitif est remplacé par un plan. Nous en trouverons plusieurs, et principalement parmi les cristaux de chaux carbonatée du Hartz, dans lesquelles ces plans ont un chatoyement nacré souvent très-considérable : telles sont, par exemple, les variétés qui appartiennent aux figures 14, 15, et 18, ainsi que celles qui appartiennent aux figures 115, 116, 117, et 118, &c. Il est peu de cabinets dans lesquels on ne trouve quelques-unes de ces variétés. Parmi ces cristaux, celui de la figure 18 est souvent extrêmement mince, et alors il a une analogie parfaite avec les feuillets de la chaux carbonatée dont il est ici question, lorsqu'on l'a soumise au clivage, suivant les direc-

tions d'après lesquelles il est possible. Pour completter cette analogie, souvent un grand nombre de ces mêmes cristaux, se superposant les uns les autres, prennent l'aspect feuilleté qui est propre à cette chaux carbonatée.

La chaux carbonatée dépressée est en effet en un rapport exacte avec ce cristal: et si, comme je l'ai dit à l'article de la chaux carbonatée en masse lamelleuse, dans laquelle ces lames ont une direction commune, cette variété doit être considérée comme n'étant qu'une agrégation d'une quantité immense de rhomboïdes primitifs, on doit de même regarder la chaux carbonatée dépressée, comme composée de l'agrégation d'une quantité immense de rhomboïdes primitifs, à sommet remplacé par un plan perpendiculaire à l'axe et très-minces, ainsi que le représente la figure 18: la description que j'ai donnée des caractères extérieurs de cette substance, en fournit une parfaite démonstration.

Cette variété n'est pas aussi rare qu'on l'a pensé jusqu'ici. Elle n'est pas non plus toujours douée de la propriété chatoyante; ce qui doit nécessairement arriver, toutes les fois que les molécules de ses feuillets sont en un contact plus exact entre elles: celle de Norwège, de Suéde et de Cornwall en fournit plusieurs exemples. Parmi les morceaux sortis de la veine de la montagne de St. Christophe, dans les Alpes Dauphinoises, connue par les octaèdres d'anatase qu'elle a procuré, j'ai trouvé autrefois plusieurs grands fragments parfaitement caractérisés, et de l'épaisseur d'environ une ligne, qui appartenoient à cette variété. J'en ai vu depuis quelques autres, dont j'ignore le lieu de l'origine: et j'ai reçu, il y a près de trois ans, de mon savant ami, Mr. Gilet de l'Aumont, un fragment très-considérable qui lui appartenoit encore. Je crois donc, qu'il est très-probable que parmi les diverses chaux carbonatées en masse composées de feuillets ou couches minces, plusieurs pourroient très-bien avoir une texture analogue à celle qui nous occupe dans ce moment.

La chaux carbonatée dépreſſée n'est donc qu'une simple variété, mais extrêmement intéressante, de la chaux carbonatée ordinaire. Le nom de spath schisteux (*schiffer spath*) que lui a donné Mr.

Werner, et que la nomenclature actuelle changeroit en celui de chaux carbonatée schisteuse, sembleroit devoir lui convenir d'après sa texture feuilletée ; mais comme cette texture est une suite naturelle de ses caractères cristallographiques, que l'expression de schiste doit au contraire écarter, je n'ai pu la lui donner. Il ne m'a pas été plus possible de lui donner le nom de chaux carbonatée nacrée, plusieurs de ses variétés étant plus ou moins privées de ce caractère : je lui ai en conséquence donné celui de chaux carbonatée dépressée, qui me paroit indiquer assez bien sa nature.

Cette substance s'est montrée dans différents cantons ; à Bermannsgrün, près de Schwartzenberg, dans l'Ertzgebürge en Saxe ; à Kongsberg, en Norwège ; en Cornwall ; en Thuringe, &c. &c : et, dans ces différents endroits, elle fait souvent partie intégrante de filons ou couches métalliques. J'en possède un morceau, qui m'a été donné comme venant de Rittersgrün en Saxe, et dont le grand intérêt m'engage à placer ici la description. Les feuillets y sont plus étroitement réunis entre eux que dans aucune des variétés que j'ai été à même d'examiner jusqu'à présent, ce qui donne au lustre de sa surface, absolument le même éclat que celui qui appartient à la nacre de perle lorsqu'elle est dénuée du chatoyement irisé. Dans ce morceau, la chaux carbonatée dépressée est en petites masses, éparses dans une gangue composée de blende brune, d'asbeste fibreuse et étoilée d'un gris verdâtre, et d'une substance terreuse de nature stéatitique. Dans la plus grande de ces masses, un des plans sur lesquels viennent aboutir les bords de tous les feuillets, et qui est en même temps un de ceux du rhomboïde primitif, est parfaitement à découvert ; et, comme il a un peu plus de trois lignes d'épaisseur, on peut mesurer, avec une très-grande facilité, l'angle qu'il forme avec le plan de surface des feuillets, angle qui est exactement de 135° : ce plan est fortement strié parallélement aux bords des feuillets, et ne partage en rien le lustre nacré du plan supérieur. L'intérêt de ce morceau est encore augmenté par une petite masse de chaux carbonatée, placée à une de ses extrémités, et qui, quoique appartenant à la même époque de formation que les parties de chaux carbonatée dépressée, a une texture totalement

différente, qui est celle propre à la chaux carbonatée ordinaire: une grande cassure y offre le rhomboïde primitif complet, dont aucune des faces ne possède le lustre nacré des parties de chaux carbonatée dépressée. Ces mêmes faces sont toutes striées parallélement à leur grande diagonale: on verra, dans la description du rhomboïde primitif de la chaux carbonatée, et tout ce qui le concerne, que la cassure, perpendiculaire à l'axe, qui passe par les deux angles saillants principaux, ou considérés comme sommets, du rhomboïde, est en effet au nombre de celles indiquées sur lui par la nature.

La chaux carbonatée dépressée présente une variété, qui même est celle la plus commune, dans laquelle les feuillets sont *courbes et ondulés*; ce qui me semble provenir d'un changement de direction dans les cristaux composants. Cette variété me paroit aussi être parfaitement en rapport, à l'état de modification des rhomboïdes composants près, avec la variété lamelleuse et feuilletée sphérique, dont il a été question à la fin de la variété précédente.

Il existe encore une autre variété de cette chaux carbonatée, à laquelle Mr. Werner a donné le nom d'écume de terre *(schaumerde)*. Elle est d'un blanc nacré, a fort peu de consistance, et est facilement réduite en poussière sous la simple pression des doigts, propriété qu'elle perd cependant en grande partie, par un long desséchement dans les cabinets. Elle se dissout en totalité dans l'acide nitrique, en faisant une effervescence plus vive encore que dans la variété précédente: sa dissolution est aussi plus prompte, et ne laisse pour résidu, qu'une très-petite quantité d'argile, qui étoit interposée entre ses feuillets. Il y a des variétés beaucoup plus tendres et plus pulvérulentes les unes que les autres.

Examinée avec la loupe, et souvent même à la vue simple, principalement dans les cassures fraiches, cette variété paroit composée de la réunion de petits systèmes particuliers de texture feuilletée, qui se croisent suivant une infinité de directions différentes, et ne diffèrent de la variété précédente, qu'en ce que ses feuillets sont infiniment plus courts, et leur épaisseur inappréciable. Il me paroit non douteux qu'elle appartient à la même substance, dont elle forme une variété à

texture croisée, lâche et pulvérulente. Elle est, à la chaux carbonatée dépressée, dans le même rapport que celui qui existe entre la chaux carbonatée ordinaire à lames courtes entre-croisées, et celle de ses variétés à grandes lames ayant une direction commune.

Cette variété a été trouvée à Gera en Misine, et à Eisleben en Thuringe, où elle est dite exister dans des montagnes stratiformes.

J'ignore, si c'est à la chaux carbonatée dépressée que doit être rapportée celle *testacée* de Mr. Werner, n'ayant encore été à même d'en voir aucun échantillon, ou si cette dernière n'appartient pas bien plutôt à celle que j'ai décrite à la fin de l'article précédent, et que j'ai dit se montrer en feuillets curvilignes, soit au Hartz, soit à Stronthian en Ecosse. Cette chaux carbonatée testacée, est citée comme accompagnant le cuivre dans quelques mines du Bannat de Termeswar.

CHAUX CARBONATÉE

EN MASSE GRENUE.

Chaux Carbonatée Saccaroïde, Haüy. *Chaux Carbonatée Primitive*, *Marbre Salin*, *Marbre Statuaire*.

Dans cette variété de la chaux carbonatée, il n'existe plus que des grains cristallins irréguliers réunis entre eux confusément, et n'ayant d'autre cause de réunion que leur contact et leur entre-croissement; ces grains sont cependant toujours dus à une formation cristalline; car leur cassure partielle, qu'entraine toujours avec elle celle des masses, laisse constamment appercevoir une texture lamelleuse.

Cette variété se divise en deux autres, qui dépendent de la grosseur des grains, et forment celles *à gros grains* et à *petits grains*. Dans chacune de ces variétés, les grains sont, ou fortement adhérents les uns aux autres, de manière à former un tout d'une grande solidité, ou ils n'ont, au contraire, qu'une adhérence très-foible, et formant un tout d'une texture très-lâche, et dont les parties se séparent les unes des autres avec beaucoup de facilité. L'aspect extérieur que présentent les diverses manières d'être de cette variété, a été comparé, avec juste raison, à celui que présente le sucre: cette ressemblance a déterminé, Mr. l'Abbé Haüy, à lui donner le nom de *chaux carbonatée saccaroïde*, qui lui convient parfaitement.

Cette variété, lorsque ses grains sont un peu gros, touche de très-près à celle lamelleuse à lames courtes diversement inclinées, et elle se rencontre assez souvent aussi dans les mêmes circonstances. Mais celle à grain fin a une localité particulière, qui semble fixer, en quelque sorte, son existence parmi les produits pierreux primitifs, dans lesquels on rencontre cependant assez souvent aussi celle à gros grains: c'est cette observation qui lui a fait donner le nom de *chaux carbonatée primitive*. Mais cette expression doit-elle entraîner avec

elle l'idée d'une exclusion, qui indiqueroit la non-possibilité de la rencontrer ailleurs? non certainement. Toute circonstance qui aura pu faire cristalliser la chaux carbonatée d'une manière très-précipitée et tumultuaire, aura été propre à lui donner naissance: on sait d'ailleurs qu'elle se montre assez fréquemment sous cet état dans les filons. Je pourrois citer différents faits particuliers, où elle s'est montrée à moi, non en grande quantité il est vrai, ni en couches suivies comme la chaux carbonatée grenue des montagnes primitives, mais en petites masses isolées; j'en citerai seulements deux dont je conserve des échantillons. L'un, est un fragment de l'empreinte d'un madrepore: il est en entier à l'état grenu, légèrement coloré en gris. L'autre, est une stalactite en partie fistuleuse: elle est à l'état de chaux carbonatée grenue à grain fin et d'un très-beau blanc.

La chaux carbonatée grenue ou saccaroïde forme souvent des couches, d'une épaisseur plus ou moins considérable, dans les gneiss et autres roches feuilletées primitives; et, dans ce cas, il est assez ordinaire de la voir se mélanger avec les parties intégrantes de ces roches, dans le voisinage de son point de contact avec elles. C'est ainsi, par exemple, qu'elle forme à la hauteur d'environ douze cents toises, dans le gneiss d'une montagne du Valgodemar, dans les Alpes Dauphinoises, une couche d'environ 18 à 20 pieds d'épaisseur. C'est encore ainsi qu'à Crodendorf et à Altenberg, en Saxe, on observe des couches puissantes de cette chaux carbonatée, mélangées de mica, et placées entre des couches de gneiss; et qu'a Mettz, dans les environs de Meissen, on en observe de semblables placées entre des couches de roches mélangées de feldspath et de hornblende, et des couches de hornblende schisteuse: elle se mélange même, souvent dans toute l'étendue de sa masse, avec les parties intégrantes de ces roches. A Inverary, dans l'Argylshire, en Ecosse, elle forme, tantôt des couches distinctes, interposées entre celles d'une roche primitive feuilletée, extrêmement variable dans ses parties intégrantes, mais qui appartiennent le plus généralement au quartz, au feldspath et à la stéatite; et d'autres fois se mélange avec ces mêmes parties intégrantes, de manière à faire nombre avec elles dans la

composition de cette roche; et fréquemment enfin, elle s'y montre mélangée irrégulièrement de quartz, et quelquefois de feldspath, en couches minces alternant avec des couches de mica. A l'exception des hautes Pyrénées, il y a peu de pays où le calcaire primitif se mélange aussi fréquemment, et d'une manière aussi variée, avec les roches primitives, qu'il le fait en Ecosse.

La chaux carbonatée grenue forme aussi quelquefois des suites assez considérables de roches, et même des parties entières de montagne, mais rarement à l'état pur: les substances qui s'y rencontrent le plus fréquemment alors sont, le quartz, le mica, le grenat, le fer octaèdre et, plus rarement, le feldspath.

Parmi les chaux carbonatées grenues, il y en a plusieurs qui, étant taillées en plaques minces, sont susceptibles de montrer une sorte d'élasticité, en se laissant légérement plier, et reprenant ensuite leur première position: on leur a donné le nom de *marbre élastique*. Quoique cette propriété soit plus particulière à la chaux carbonatée magnésienne grenue, vulgairement nommée dolomie, elle se montre aussi dans celle qui est totalement privée de magnésie. Mr. Dolomieu ayant pensé que cette propriété pouvoit provenir de la mobilité des grains, qui n'étoient pas adhérents entre eux, ainsi que de la parfaite dessiccation de la pierre, qui contribuoit encore à diminuer cette adhérence. Mr. Fleuriau de Bellevue a sanctionné cette opinion, en rendant élastiques des plaques de chaux carbonatée grenue qui ne jouissoient pas de cette propriété; et cela, en leur faisant éprouver au four une parfaite dessiccation.

A en juger d'après ce que nous montrent habituellement les solutions et dissolutions artificielles et leurs cristallisations, la chaux carbonatée grenue doit en effet être le résultat d'une cristallisation plus précipitée que dans aucune des variétés précédentes, et sa précipitation, surtout dans les variétés à grain fin, doit s'être faite très-tumultuairement. Elle a donc due être soumise, au moment même de sa cristallisation, à une cause qui en a précipité l'action. Cette cause ne peut être la saturation même du liquide dans lequel elle cristallisoit; sa présence n'est ni assez générale, ni assez abondante,

ni même assez régulière. Ce ne peut être non plus la prompte évaporation du liquide; le grand nombre de formations qui ont suivi directement la sienne, et dans lesquelles sa présence ne se montre plus, s'oppose totalement à l'adoption de cette opinion. Quelle peut donc en être la cause?

Tout semble nous indiquer qu'elle n'existoit pas dans la masse des eaux, à l'époque de la formation des granits les premiers formés: sa précipitation, le plus ordinairement à l'état grenu, paroit dater de l'époque qui a succèdé à celle de leur formation. C'est ainsi qu'elle se montre quelquefois avoir eu une formation comtemporaine à celle de quelques-uns des derniers produits granitiques, et se montre ensuite plus fréquemment et plus abondamment dans quelques gneiss, et autres roches primitives feuilletées. Mais cette précipitation, généralement peu abondante, n'a nullement été régulière; dans nombre des montagnes primitives, cette chaux carbonatée manque totalement, ou presque totalement; dans d'autres, son existence est au contraire assez multipliée. Ici, elle s'est précipitée abondamment, et à très-peu de distance elle ne montre plus la moindre trace de sa présence; là elle forme, dans une montagne de gneiss, ou appartenant à quelques-unes des autres roches primitives feuilletées, une ou deux couches, souvent très-épaisses, et ne montre plus ensuite aucune trace de son existence dans les précipitations qui ont suivi, et ont achevé la formation de la montagne; excepté cependant dans la partie voisine de celle où ses couches se terminent, et où alors elle se montre plus ou moins mélangée avec les parties intégrantes mêmes de la roche qui les renferme. Tout semble annoncer pour elle une introduction instantanée dans la masse des eaux, au moment même où les roches, qui la renferment, se formoient; et tout semble annoncer pour elle, en même temps, une précipitation très-prompte à l'instant même de cette introduction. Si sa présence y avoit été contemporaine à celle de toutes les autres substances, parties intégrantes de ces roches, elle se seroit précipitée avec elles, ainsi qu'elle l'a fait dans le point de contact de ses couches avec la substance même de la roche, et qu'elle l'a fait de même dans d'autres

circonstances, toujours partielles, où son introduction semble avoir été infiniment moins abondante, et elle auroit fait alors nombre parmi les substances intégrantes de ces roches. J'ai dit, dans l'introduction, qu'il paroissoit très-probable qu'une partie des principes qui sont entrés dans la composition des masses solides qui composent notre globe, tels, par exemple, que les acides, n'existoit pas à cette époque première dans la masse des eaux, mais étoit contenue à l'état de gaz dans l'immensité de l'espace. Il paroit probable de même, que les principes, ou une partie des principes, qui ont donné naissance à la chaux carbonatée, se sont introduits dans la masse des eaux à l'époque dont il est ici question. Il est de même probable aussi que cette introduction s'est faite instantanément et d'une manière très-irrégulière, et que trouvant alors ces mêmes eaux chargées des molécules intégrantes des roches qui s'y formoient, celles-ci n'auront pu présenter aux molecules de la chaux carbonatée assez de points libres pour les fixer; ce qui en aura nécessairement occasionné la précipitation prompte et tumultuaire, au moment même de leur formation.

Quoique la chaux carbonatée primitive, c'est-à-dire celle qui est interposé en masse dans les roches primitives, ou est mélangée entre leurs parties intégrantes, soit habituellement grenue, elle n'exclut cependant pas la présence accidentelle de celle lamelleuse, dont on apperçoit assez souvent des traces dans ces mêmes roches. On sent qu'il aura suffi, pour cela, que la précipitation de ses molécules, ait pu, par une cause quelconque avoir été rendue moins prompte et moins tumultuaire. Ces cas paroissent cependant avoir été assez rares dans la chaux carbonatée en masse grenue qui forme des couches distinctes; mais ils sont plus communs, dans celle qui s'est précipitée, pêle-mêle, avec les parties intégrantes même de la roche qui les renferme, et dont elle devient elle-même partie intégrante; ce qui est une suite de la cause qui vient d'être citée.

Lorsque la chaux carbonatée grenue a ses grains assez adhérents entre eux pour recevoir un beau poli, elle prend généralement le nom de *marbre primitif*. Quelques-uns de ces marbres ont été distingués par des noms particuliers. Ceux, par exemple, qui sont

parfaitement blancs et sans taches, ou qui n'en ont du moins que très-peu et d'une teinte peu foncée, portent le nom de *marbres statuaires*. Les plus beaux et les plus connus de ce genre sont ceux de Paros et de Carrare : ils renferment quelquefois de petits octaèdres de fer oxidé attractif ; ce qui suffiroit seul pour constater leur existence parmi les substances minérales primitives. Ceux mélangés de mica, soit disséminé, soit, ce qui est le plus ordinaire, en veines, sont connus sous le nom de *marbres cypolins :* ils contiennent souvent en même temps d'autres substances ; telles que quartz, feldspath, grenat, fer oxidé attractif octaèdre, &c. ceux entremêlés de stéatite d'un vert foncé, et qui sont presque toujours mélangés en même temps de fer oxidé attractif octaèdre, portent le nom de *vert antique :* il existe des variétés de ces derniers marbres, dans lesquelles la chaux carbonatée domine, et d'autres dans lesquelles c'est la stéatite ; dans ce dernier cas, plusieurs peuvent être considérés comme de véritables serpentines. La chaux carbonatée grenue d'Inverary en Ecosse, renferme une variété très-jolie de ce marbre, dans laquelle la stéatite mélangée est d'un vert jaunâtre, et y est de même tantôt plus, tantôt moins abondante. Il existe en outre parmi les marbres trouvés, en Italie, dans les anciens monuments, plusieurs autres variétés dont les localités sont inconnues aujourd'hui : ces marbres sont en général désignés sous le nom de *marbres antiques*.

CHAUX CARBONATÉE

EN MASSE COMPACTE OU TERREUSE

PLUS OU MOINS MÉLANGÉE DE PARTIES À L'ÉTAT CRISTALLIN, D'ARGILE, D'OXIDE DE FER ET QUELQUEFOIS DE MANGANÈSE; MAIS LE TOUT EN QUANTITÉ TOUJOURS PEU CONSIDÉRABLE.

Pierre calcaire. *Pierre calcaire compacte commune*, Werner. *(Gemeiner dichter Kalkstein). Chaux carbonatée compacte, et chaux carbonatée grossière*, Haüy.

Cette variété ne présente plus aucun caractère extérieur de cristallisation; son aspect est terne et terreux. Elle n'est jamais pure, et renferme toujours une dose plus ou moins considérable de terre argileuse, très-souvent martiale, et quelquefois aussi des parties de quartz et de manganèse. C'est à elle qu'appartiennent les grands depôts de chaux carbonatée qui ont formé une partie des montagnes qui s'élèvent sur la surface de notre globe.

Eu égard à sa formation, cette pierre paroit bien sensiblement avoir eu deux époques différentes, annoncées et déterminées par ses diverses situations relativement aux montagnes, tant primitives que primitives secondaires. Dans l'une de ces situations, elle est, soit adossée à ces montagnes, où elle forme souvent des chaînes d'une hauteur aussi considérable que la leur et même plus, telles que dans les Alpes; soit superposée sur celles de ces montagnes qui sont les plus élevées, telles que dans les Pyrénées. Dans l'autre, elle forme d'autres chaînes moins élevées, et plus ou moins écartées de celles des montagnes primitives.

La première de ces chaux carbonatées en masse ne renferme souvent aucune trace de coquilles, et, lorsqu'il y en existe, elles y sont ordinairement en très-petite quantité, et appartiennent principa-

lement aux ammonites, griphites, bélemnites, anomies, numismales, &c. elle renferme communément plus d'argile que celle qui paroit s'être formée postérieurement, et moins de fer oxidé ; sa couleur est communément grise ou bleuâtre.

La seconde, quoique existant quelquefois aussi sans traces sensibles de coquilles, en renferme plus communément un grand nombre, soit entières, soit en fragments, et paroit même quelquefois être uniquement composée de leurs détriments : les espèces auxquelles ces coquilles appartiennent sont aussi beaucoup plus variées. Elle est moins mélangée d'argile, et contient communément beaucoup plus de fer oxidé ; il y a même telles de ces variétés qui en sont si chargées, qu'on pourroit presque les considérer comme une véritable mine de fer pauvre. Sa couleur est, quelquefois aussi, grise et bleuâtre ; mais cette couleur y a généralement moins d'intensité que dans la précèdente, et elle se montre beaucoup plus fréquemment d'un jaune ocreux.

Ces deux chaux carbonatées en masses sont également stratiformes ; mais celle qui accompagne les montagnes primitives, m'a toujours parue avoir ses couches moins marquées et plus puissantes que l'autre : elle a aussi ces mêmes couches plus généralement coupées par des veines de chaux carbonatée cristalline. Elle est fréquemment mélangée avec des parties mêmes de la roche primitive, telles que quartz et mica : Mr. Ramond, dans son voyage au Mont-perdu, et dans les parties adjacentes des hautes Pyrénées, ouvrage d'un très-grand-mérite et rempli d'observations extrêmement précieuses, nous apprend que ce mélange est très-fréquent dans la pierre calcaire coquillière qui se montre dans la partie même la plus élevée de ces montagnes. Un autre fait encore qui m'a toujours frappé, dans ces deux pierres calcaires, est, d'un côté, la fréquence avec laquelle on rencontre le rhomboïde de la 17e modification (*muriatique* de Romé de l'Isle, et *inverse* de Mr. l'Abbé Haüy) dans les masses de chaux carbonatée des montagnes écartées ou situées tout-à-fait au pied des chaines des montagnes primitives, et principalement de celles abondantes en coquilles ; et de l'autre, sa rareté dans les montagnes de

chaux carbonatée accompagnant ou superposées sur les montagnes primitives: tandis que le rhomboïde primitif, qui se montre au contraire très-fréquemment dans ces dernières, se rencontre de même extrêmement rarement dans les autres.

Dans le tems où, moins maltraité par le sort et la fortune, et dans lequel heureux et tranquille sur le sol, alors fortuné, qui m'a vu naître, je pouvois me livrer entièrement à l'étude de la minéralogie, qui a répandu sur la premiére partie de ma vie les jouissances les plus douces; à cette époque, où je pouvois converser avec la nature, non dans les cabinets, mais dans ses différents laboratoires, j'ai toujours été frappé des différences que je viens de rapporter, entre la chaux carbonatée qui, appartenant directement ou indirectement aux grandes chaînes des montagnes primitives, est ou adossée, ou superposée sur ces mêmes montagnes, et celle qui, s'écartant de ces grandes chaînes, en forme d'autres plus basses qui traversent nos plaines et les divisent en vallées secondaires. Malgré les grands rapports qui existent entre elles, j'ai toujours cru y reconnoître des différences marquées, qui m'ont semblées entraîner avec elles la démonstration d'une époque différente dans leur formation. La masse des eaux me paroit avoir été moins peuplée, à l'époque de la formation de celle la plus ancienne; et les détriments de l'enveloppe de leurs habitants me paroissent avoir moins concouru à cette formation même, qu'ils ne l'ont fait à l'égard de celle formée postérieurement. Je n'offre cependant cette opinion, qui n'est pas celle adoptée dans les ouvrages de minéralogie, que comme étant un résultat de mes observations, et ne la présente que sous cet aspect aux minéralogistes qui, plus heureux que moi, peuvent étudier la nature sur son sein, et en fixer par là la valeur.

Quelle que soit l'opinion qu'on adopte à l'égard de cette chaux carbonatée, on est naturellement conduit à la partager en deux grandes divisions, qui sont communes à la pierre calcaire des deux époques dont il vient d'être question. La première appartient aux variétés de cette pierre dont le grain est fin, serré et compacte; la seconde appartient à celle dont la texture est plus lâche et plus grossière.

Chaux carbonatée compacte. La texture de cette variété est extrêmement serrée, et son grain est si fin, qu'il est assez généralement imperceptible à l'œil, même armé d'une forte loupe. Sa cassure est ondulée, écailleuse, ou terreuse, suivant la finesse de ses parties, et principalement suivant la dose d'argile qui y est interposée. Lorsque cette chaux carbonatée est aussi parfaite qu'elle peut l'être, elle ressemble beaucoup au feldspath compacte: comme lui elle a la cassure et l'aspect de la cire, dont elle a aussi la demi-transparence sur les bords; cette ressemblance est encore plus parfaite, lorsqu'elle ne renferme ni fer ni argile, ce qui arrive quelquefois.

Une des plus belles variétés de cette chaux carbonatée est celle qui vient de Tirey, Isle d'Ecosse, sur la côte de l'Argyleshire. Cette variété, qui y jouit d'un grand état de perfection, est d'un beau rouge couleur de chair, quelquefois nuancé de blanc. Elle renferme, dans sa substance, des parties de sahlite d'un très-beau vert, d'autres de hornblende noire, et quelquefois du mica brun et de la chlorite verte: ces diverses substances y sont à l'état cristallisé; mais leurs cristaux sont tellement engagés dans la chaux carbonatée, qu'ils y sont très-rarement perceptibles. Il y a des variétés de cette pierre qui sont si fortement chargées de ces substances étrangères, qu'au premier coup d'œil elles seroient facilement prises pour appartenir au granit: dans ce cas, la couleur rouge de la chaux carbonatée compacte est communément plus foncée, et prend une teinte lie de vin.

Une autre variété extrêmement intéressante de cette pierre, et qui, en même temps, quoique ayant une texture très-fine et une cassure écailleuse, appartient à celle dans laquelle l'argile est en dose assez considérable, vient de Grèce, où elle est entrée dans la construction du temple de Daphné à Athènes. Sa couleur est un gris de cendre foncé et uniforme. Elle renferme, dans sa substance, des vises d'un pouce et plus de longueur, dans lesquelles le têt de la coquille n'a été altéré en aucune manière: plusieurs d'entre elles ont même conservé les couleurs qui leur étoient propres. Ces vises appartiennent à une variété parfaitement connue, blanche et parsemée de petites taches d'un jaune un peu rougeâtre ou ocreux. L'intérieur de ces coquilles

est vide; leurs parois sont simplement recouverts par une couche tres-mince de chaux carbonatée cristallisée. On observe aussi dans cette pierre quelques nautiles, qui souvent y sont en fragments, et dont la partie nacrée est de même restée intacte, et sans avoir éprouvé aucune altération dans la couleur.

Mais la variété de chaux carbonatée compacte la plus intéressante que j'aie encore observée jusqu'ici, est celle d'Iona en Ecosse. Elle est d'un beau blanc mat, et a extérieurement l'aspect d'un feldspath compacte parfaitement pur. Sa cassure écailleuse, ainsi que la très-légère demi-transparence qu'elle montre, ont une parfaite ressemblance avec ces deux mêmes caractères, dans cette substance; et comme sa dureté est beaucoup plus considérable que celle propre à la chaux carbonatée, et lui permet même de rayer le verre, la méprise seroit d'autant plus facile à faire. Cette pierre est un mélange très-intime de trémolite et de chaux carbonatée pure compacte. Mise dans l'acide nitrique, elle s'y dissout avec une effervescence un peu moins vive que celle que fait la chaux carbonatée pure, et laisse, pour résidu, une masse assez considérable, dans laquelle la loupe fait appercevoir une réunion de petites parties lamelleuses et fibreuses, qui appartiennent à la trémolite. Il entre aussi quelquefois dans ce mélange, des parties stéatitiques jaunâtres ou d'un jaune verdâtre, qui, n'étant pas mélangées aussi uniformément que celles qui appartiennent à la trémolite, y occasionnent des taches d'un jaune plus ou moins foncé ou tirant sur le vert. De petits cailloux roulés de cette dernière variété, qu'on rencontre sur le rivage de la mer, ont fort souvent été pris pour appartenir au jade. Cette pierre existe dans des roches magnésiennes, et se montre quelquefois formant des couches placées entre celles d'une stéatite argileuse et schisteuse, ou schiste magnésien. On rencontre, dans le même canton, des couches d'une véritable chaux carbonatée grenue magnésienne ou dolomie, renfermant de la trémolite, soit en cristaux déterminés, soit à l'état fibreux.

Il existe des variétés de chaux carbonatée compacte, dans lesquelles on observe, disseminées dans leur substance, de petites parties de

chaux carbonatée lamelleuse, qui leur donne beaucoup de ressemblance avec le porphire. J'en possède un fragment, dont j'ignore la localité, dans lequel la chaux carbonatée compacte est grise, et les taches, dues à celle lamelleuse, d'un rouge pâle ; il faut l'essayer pour être convaincu que ce n'est par un porphire. D'autres variétés, prises parmi celles qui renferment le plus d'argile, ont éprouvées un retrait qui les a remplies de petites fissures ; elles se cassent ordinairement suivant leurs directions, et laissent appercevoir alors des dendrites qui étoient placées sur les parois de ces fissures : on rapporte beaucoup trop généralement ces dendrites au fer oxidé, une très-grande partie d'entre elles sont dues au manganèse. Quelques variétés enfin, renferment des parties de quartz, et cela plus fréquemment dans celles de ces pierres qui avoisinent les montagnes primitives, dans lesquelles aussi la chaux carbonatée compacte est plus commune que dans les autres.

Celles des variétés dans lesquelles le grain est moins fin, et qui ont une texture moins serrée, au lieu d'avoir leur cassure ondulée ou écailleuse, ont une cassure unie ou terreuse : elles sont communément argileuses, et appartiennent bien souvent aux marnes.

Marbres. Toute chaux carbonatée susceptible d'être polie porte généralement le nom de marbre. Aussi avons-nous vu que la chaux carbonatée stalactitique donne un marbre assez généralement connu sous le nom d'albâtre calcaire, quand il est surtout composé de couches concentriques ; et que celle lamelleuse, à lames courtes entre-croisées, porte de même le nom de marbre : fréquemment, dans ce cas, quelques parties d'argile martiale, qui s'y sont interposées, lui donnent diverses couleurs, soit partielles, soit générales.

La chaux carbonatée compacte étant toujours susceptible de recevoir le poli, porte de même le nom de marbre ; et comme l'argile, souvent martiale, dont elle est mélangée, est fréquemment colorée de diverses couleurs ; qu'en outre il s'y joint souvent des parties colorées en brun par du bitume, ainsi que des corps étrangers, tels que des coquilles ; qu'il s'y rencontre de même des veines de chaux carbonatée, soit à l'état lamelleux, soit même à l'état grenu, ce qui

n'est pas très-rare, elle donne naissance à la classe des marbres les plus variés et les plus multipliés.

Si l'on vouloit rapporter tous les noms qui ont été donnés à ces différents marbres, soit en France, soit en Allemague, soit surtout en Italie, on ne finiroit pas. Je crois qu'on doit borner leur division générale à celles qui servent à désigner le petit nombre des variétés suivantes, parmi lesquelles toutes les autres viennent naturellement se placer. 1° Marbres pleins ou d'une seule couleur. 2° Marbres de couleurs variées ou panachés. 3° Marbres coquilliers ou lumachelles. 4° Marbres brèches ou brocatelles. Je ne classe pas parmi eux, les marbres de Florences connus sous le nom de marbre de ruine, non plus que ceux arborisés du même canton, parceque je crois que leur véritable place est parmi les marnes.

Marbres Pleins, ou d'une seule couleur. Le jaune, le rouge, le gris et le noir sont les couleurs que montrent le plus communément ces marbres. Parmi ceux colorés en noir et en gris foncé, un très-grand nombre doivent cette teinte à un mélange de bitume ; ils dévoilent parfaitement alors cette origine de leur couleur, par l'odeur bitumineuse, souvent très-forte et même désagréable, qu'ils répandent sous la friction, ainsi que par leur décolorisation par l'action du feu : tels sont, par exemple, les marbres noirs de Dinan et de Namur, dans les Pays Bas, ainsi que ceux d'une infinité d'autres endroits. Quelquefois ces mêmes marbres noirs renferment en même temps un hydrogène sulfuré ; ils répandent alors sous la friction une odeur très-fétide : il en existe de ce genre à Ashford en Derbyshire. Parmi ceux qui, sur un fond noir, sont mélangés d'autres couleurs, plusieurs montrent bien souvent aussi la même propriété : dans le nombre des marbres dits *porte-or* qui, sur un fond noir, renferment des taches d'un beau jaune brun, j'en ai rencontré plusieurs qui répandoient une odeur bitumineuse sous la friction.

Marbres panachés. Ces marbres sont mélangés de taches de différentes couleurs, à raison de celles qui appartiennent à l'argile martiale à laquelle pour l'ordinaire elles sont dues : la plupart d'entre elles appartiennent aussi à la chaux carbonatée noire ; et celles

blanches à des veines de chaux carbonatée cristalline, soit lamelleuse, soit grenue dont ils sont traversés. Ce sont ces marbres qui présentent le plus de variétés, souvent le même bloc en fournissant à lui seul un grand nombre, tant par la manière dont il est coupé, qu'à raison de la diversité qui existe dans ses différentes parties, à l'égard des taches qui le colorent.

Marbres coquilliers. Ces marbres se divisent en plusieurs variétés qui dérivent de la nature des dépouilles des vers marins qu'ils renferment: c'est ainsi que l'on distingue; 1° les marbres lumachelles, ou ceux qui ne renferment que des coquilles; 2° les marbres madreporites, ou renfermant des fragments de madrepores; 3° les marbres coralloïtes, ou renfermant des parties de coraux; 4° les marbres entrochites, ou renfermant des entroques; 5° les marbres vermiculites, ou renfermant des tuyaux de vers marins. Plusieurs marbres coquilliers offrent un mélange de toutes ces variétés.

Parmi les marbres lunachelles, on distingue principalement ceux dont les coquilles appartiennent aux espèces nacrées, et dont la nacre conservée et mise à découvert par la cassure ou par le poli, réfléchit la couleur blanche argentine qui lui est propre; ainsi que ceux dans lesquels ces parties nacrées réfléchissent diverses couleurs. Ils prennent alors, les premiers, le nom de *lumachelle nacrée*, et les seconds, celui de *lumachelle opalisante*. Les deux plus beaux marbres de ce genre sont bien certainement, l'un, celui d'Astracan qui, sur un fond d'un rouge brun, renferme des coquilles nacrées, dont la réflexion a un éclat très-vif d'un beau jaune doré, et qui pour l'ordinaire appartiennent à des nautiles; l'autre, celui de Bleyberg en Carinthie qui, sur un fond d'un brun foncé, renferme des coquilles et fragments de coquilles nacrées, qui réfléchissent diverses couleurs très-brillantes et très-vives, parmi lesquelles domine le rouge de feu, le vert et le bleu: ces coquilles paroissent appartenir de même à la famille des nautiles. Ce marbre renferme fort souvent, ainsi que le précédent, des pyrites martiales.

Un autre fort beau marbre coquillier qui mérite d'être cité ici, est une variété qui s'est trouvée à Purbeck dans le Dorsetshire en

Angleterre. Il est composé de la réunion d'une immensité de fragments de coquilles, la plupart à l'état cristallin, soit compacte, soit grenu: et ces fragments sont réunis par une chaux carbonatée compacte en partie colorée en jaune, et mélangée de terre martiale d'un vert d'herbe, et de parties de bitume, les unes noires, les autres jaunâtres: elles y ont quelquefois une forme globulaire.

Marbres Brèches ou Brocatelles. Ces marbres sont formés par des fragments de chaux carbonatée, soit compacte, soit cristalline, réunis par un ciment de chaux carbonatée compacte, mélangée souvent de parties, plus ou moins grandes et plus ou moins multipliées, à l'état cristallin. Ces marbres sont extrêmement variés; ils deviennent même quelquefois coquilliers par le mélange des coquilles qui viennent s'y joindre. Ils sont connus sous différents noms, les uns tirés de l'endroit où ils se trouvent, telle est la *Brèche d'Alep*, les autres de la couleur de quelques-unes de leurs parties, telle est la *Brèche violette*. Un des marbres les plus agréables de ce genre que j'aie encore vus, est composé d'une immensité de petits fragments à peu près de la grosseur de la tête d'une épingle, appartenants à une chaux carbonatée cristalisée lamelleuse, soit blanche, soit légèrement colorée en rouge, et mélangée d'autres petits fragments de même grandeur de chaux carbonatée compacte brune. Ces fragments ont sans doute été apportés par quelques courants particuliers, dans l'endroit où on rencontre maintenant ces brèches, et ont été réunis ensuite par le ciment calcaire qui en fait la base, et en a fait une masse solide; ou, ce qui paroitroit encore plus probable, ils ont été apportés par ces mêmes courants, dans l'instant même de la formation de la chaux carbonatée qui les renferme, et ont été réunis par elle. Il existe telles autres circonstances dans lesquelles il est très-probable que ces fragments ont été réunis, sur place, par le dépôt postérieur qui s'y est fait de la chaux carbonatée.

CHAUX CARBONATÉE

EN MASSE DE TEXTURE LÂCHE ET GROSSIÈRE.

Cette chaux carbonatée diffère de celle compacte précédente, en ce que sa texture est beaucoup moins serrée; son grain est aussi beaucoup moins égal, et est en général très-grossier. L'argile qui s'y rencontre, est aussi moins généralement et moins également distribuée. Cette pierre est composée de parties de chaux carbonatée à l'état terreux, et est non seulement mélangée d'argile presque toujours un peu martiale, mais renferme quelquefois une dose assez considérable de fer à l'état d'oxide, telles que la plupart des variétés colorées en un jaune ocreux. Ces parties terreuses y sont réunies par des parties de chaux carbonatée cristalline, que l'on distingue très-facilement, soit à la vue simple, soit avec la loupe, par l'opposition du reflet brillant de ces parties avec celui terne des autres. Cette variété se montre, ainsi que la précèdente, en très-grandes masses, et formant des chaînes de montagnes; mais plus communément dans les montagnes de chaux carbonatée distantes des montagnes primitives, que dans celles adossées ou superposées sur elles: celle d'un jaune ocreux lui appartient assez généralement. Ce sont ces petites parties d'argile et de chaux carbonatée à l'état terreux, dont elle est composée, qui l'empêchent de pouvoir prendre le poli; et c'est à celles cristallines, qui réunissent les premières, qu'il faut en attribuer la dureté: elle est donc d'autant plus dure qu'elle renferme plus de ces parties. Sous cet état, elle porte le nom de *pierre de taille*; parcequ'en effet, dans les endroits où elle existe, on la taille pour servir à la construction des fenêtres, portes, &c. lorsqu'elle renferme moins de ces petites parties cristallines, elle est plus tendre, ne peut être taillée, et porte alors le nom de *pierre calcaire commune*. Ces deux variétés, tant la pierre de taille que la pierre calcaire commune, se rencontrent toutes les deux, ainsi que celle compacte, soit sans aucunes dépouilles sensibles des corps

organisés, soit renfermant en plus ou moins grande quantité ces mêmes dépouilles, qui alors appartiennent, soit au règne animal, soit à celui végétal.

Mélangée de coquilles, coraux, &c. La chaux carbonatée en masse de de texture grossière, se rencontre encore plus fréquemment mélangée coquilles, coraux et madrepores que celle compacte : il y a telles variétés dans lesquelles les coquilles forment presque toute leur substance; mais elles varient considérablement dans la nature de leurs couches; la même montagne en présente souvent dans lesquelles les coquilles sont très-multipliées, tandis que d'autres n'en renferment point, ou du moins n'en renferment que très-peu. Elle offre de même des couches, dont les unes appartiennent à la variété que nous avons nommée *pierre de taille;* d'autres à la *pierre calcaire commune*; et d'autres enfin à celle *compacte :* ce qui indique dans la succession de formation de ses couches, des circonstances différentes. Lorsque la même montagne renferme des couches très-coquillières, et d'autres qui le sont fort peu et même point, il arrive assez ordinairement que ce sont les couches supérieures qui sont les plus chargées de coquilles; les belles carrières de St. Cyr près de Lyon, et voisines de celles de Couson, m'en ont offert jadis un exemple: cette observation peut être faite de même dans un très-grand nombre d'autres endroits. Lorsque, ce qui est très-fréquent, il existe dans la même montagne un nombre considérable de couches successives qui sont coquillières, il est assez ordinaire d'y observer ces coquilles rassemblées par familles, de manière que chacune de ces familles y occupe une couche distincte. Il arrive souvent cependant que la même couche renferme des coquilles de différentes familles; mais ces couches sont moins fréquentes que les précédentes. D'autres fois aussi, dans la même montagne dont la roche appartient à cette variété de la chaux carbonatée, sa précipitation a été interceptée par celle d'autres substances étrangères, dont la masse des eaux, dans laquelle elle avoit lieu, se trouvoit alors accidentellement chargée. C'est ainsi que, tantôt on y observe ses couches alternant avec d'autres dans lesquelles l'argile domine, et qui sont par conséquent de véritables marnes, ou qui

souvent même sont totalement argileuses; et d'autres fois alternant avec des couches de sable, dans lesquelles on observe assez fréquemment de petites parties de feldspath, ainsi que des paillettes de mica; ce qui semble alors annoncer que les ingrédiens composants de ces couches étrangères y ont été apportés par des courants particuliers qui venoient de cantons plus élevés, et sans doute habités par les roches primitives. Quelquefois la chaux carbonatée s'étant précipitée avec ces sables et leur ayant servi de ciment, ces couches sont un véritable grès. Il s'y rencontre par fois aussi des couches totalement à l'état de craie. Ces faits sont en général moins fréquents dans les montagnes adossées ou superposées sur les montagnes primitives, que dans celles qui sont à leur pied, ou en sont plus ou moins écartées. Les couches de cette pierre calcaire sont quelquefois très-minces, au point même d'avoir à peine l'épaisseur d'un ou de deux pouces. Elles sont, dans ce cas, assez fréquemment mélangées de silex: il en existe nombre d'exemples dans les Alpes. En Dauphiné, les habitants se servent de ces pierres qu'ils nomment *Lauses*, en place de haye, pour entourer et fermer leurs possessions, en les plaçant à côté les unes des autres sur leur épaisseur: Il existe, près de Grenoble, au pied des montagnes de Sassenages, une pierre calcaire divisée en couches de cette nature; elle y est de même mélangée de silex, souvent cylindriques, d'autres fois ramifiés, et présentant au premier aspect des formes d'os, de madrepores, &c. Il existe de même des pierres calcaires avec silex dans les Pyrénées et dans beaucoup d'autres chaînes de montagnes: les silex y sont en noyaux plus ou moins arrondis, soit irrégulièrement épars, soit placés suivant des directions paralléles.

La pierre calcaire coquillière, est une des substances les plus abondamment répandues sur le globe; mais peu de pays montrent dans les coquilles qu'elle renferme, ainsi que dans la réunion d'un aussi grand nombre d'espèces, souvent très-rares, une aussi grande variété que l'Angleterre, surtout si l'on y comprend celles qui sont en outre renfermées dans les masses de craie. Presque tous les cabinets sont aujourd'hui décorés de cette belle enchrinite, connue vulgairement sous le nom de lys de pierre, qui se rencontre assez fréquemment,

et à l'état de conservation la plus parfaite, à Dudley dans le Staffordshire. Ce même canton fournit aussi un grand nombre de monocles, dont plusieurs sont très-grands. Les variétés nombreuses que l'on y observe aussi parmi les entroques, ainsi que dans les provinces adjacentes, le Shropshire et le Derbyshire, sont étonnantes ; nombres de roches en sont presque uniquement composées.

Cette même abondance se fait fréquemment observer aussi dans nombre de parties de la France, telles que dans la chaîne de montagnes de pierre calcaire coquillière qui traverse la Bourgogne, la Franche Comté, la Champagne et la Lorraine. Mais un fossile très-singulier qui s'est montré à Dudley, et que je crois devoir être rapporté à la famille des éponges, est une pétrification de forme irrégulière, légère, d'une texture cellulaire à larges cellules, et d'un brun foncé ; elle répand sous la friction une odeur bitumineuse très-forte, ce qui paroit annoncer la présence de ses habitants, lorsqu'elle a été saisie par la précipitation de la chaux carbonatée.

En Derbyshire, la pierre calcaire coquillière se montre jusque dans les filons métalliques ; et quelquefois les coquilles elles mêmes y renferment du bitume. C'est probablement à cette cause qu'il faut rapporter la présence de celui élastique, lorsqu'il n'est pas dans un trop grand état de desséchement, qui existe dans un filon de plomb sulfuré, à Castleton. Il paroit très-naturel de penser que les filons coquilliers de cette province étoient, à l'origine et avant d'être remplis, sous-marins, et qu'ils ont pu alors servir de refuge à des animaux coquilliers, qui ensuite auront été enclavés dans les substances qui sont venues postérieurement les remplir. Dans ce cas, les animaux qui habitoient ces coquilles, ne pouvant, lors de leur décomposition, perdre aucun de leurs principes, ils auront réagi les uns sur les autres, et donné naissance au bitume qui s'y montre aujourd'hui.

Parmi les masses de pierre calcaire coquillière de différents cantons, plusieurs sont dans le même cas, et annoncent de même que, parmi les coquilles dont elles montrent les détriments, un grand nombre doivent sans doute avoir été de même habitées par leurs hôtes, lorsque la chaux carbonatée les a englobées dans sa précipitation.

Nombre de ces pierres, surtout parmi celles dont la couleur est d'un gris foncé, annoncent la présence du bitume dont elles sont pénétrées, par l'odeur souvent très-forte qu'elles répandent sous la friction: beaucoup de pierres coquillières de l'Angleterre sont dans ce cas, et plus particulièrement, à ce qu'il m'a paru, celles qui renferment des entroques. Il existe nombre d'autres exemples de ces pierres calcaires coquillières bitumineuses, dans divers autres pays : Mr. Pallas en a observé plusieurs en Sibérie, telles que celle de Poustilnoï, Avray dans le gouvernement de Kasan.

Il pourroit se faire qu'une pierre calcaire fut bitumineuse, sans que pour cela on rencontrât aucune coquille dans sa substance, ou que du moins les coquilles n'y fussent qu'en trés-petite quantité ; il suffiroit pour cela que la précipitation de la chaux carbonatée eût entraîné avec elle des zoophites du genre de ceux totalement gélatineux. Le roche calcaire exploité pour la bâtisse à la porte de France, de Grenoble en Dauphiné, pourroit, par exemple, être dans ce cas. La chaux carbonatée qui lui appartient répand sous la friction une odeur bitumineuse très-sensible, et cette odeur le devient surtout davantage lorsqu'on calcine cette pierre pour en faire de la chaux : j'y ai d'ailleurs fréquemment apperçu de petites veines noires appartenant au bitume pure ; les détriments de coquilles y sont peu communs.

Le Derbyshire présente encore une variété très-intéressante de cette chaux carbonatée en masse grossière et coquillière. Dans cette variété, les coquilles appartiennent à la famille des anomies, et elles sont recouvertes par leur têt nacré parfaitement conservé : la pierre qui les renferme est colorée en vert, par une terre verte martiale qui forme une très-grande partie de la substance qui sert de ciment à ces coquilles. Ce qui rend surtout cette pierre calcaire intéressante, est la présence, dans la même province, de couches de mandelstein ou *toadstone*, dans lesquelles cette terre verte est très-abondante, et entoure même bien souvent les noyaux de chaux carbonatée cristalline qui y sont renfermés. J'ai quelquefois apperçu dans cette même pierre calcaire coquillière, de petites paillettes d'un mica verdâtre ; ce qui

sembleroit annoncer qu'un courant particulier doit avoir apporté cette terre de quelques-uns des cantons primitifs les plus voisins.

La multiplicité des observations, ainsi que le soin avec lequel elles se font aujourd'hui, nous a appris un fait extrêmement intéressant, à l'égard des coquilles qui sont renfermées dans la pierre calcaire. ce fait est que la presque totalité de celles qui s'y montrent, ainsi que dans les grès, les marnes, &c. &c. sont étrangères au climat dans lequel elles se trouvent aujourd'hui: c'est-a-dire, qu'on rencontre au Midi des coquilles dont les analogues habitent les mers du Nord, et au nord des coquilles dont les analogues habitent les mers du Midi. Un grand nombre d'entre elles appartiennent en outre à des espèces dont les analogues ne se sont point encore rencontrés, et paroissent ne plus exister.

Dans les pierres calcaires coquillières, ces coquilles sont assez généralement à l'état calcaire; dans quelques-unes cependant, elles sont où toutes, ou simplement quelques-unes d'entre elles, à l'état siliceux; dans d'autres, elles sont à l'état calcaire, et ont leur extérieur recouvert par un enduit siliceux. La pierre calcaire coquillière qui recouvre les cimes les plus hautes des Pyrénées, dont la base est granitique, en a fourni plusieurs exemples à Mr. Ramond, et ils ont été cités par lui dans son intéressant voyage au mont perdu; mais dans ce cas, la pierre calcaire elle-même est assez habituellement mélangée de parties quartzeuses, qui en deviennent parties intégrantes interposées, et y sont dans un état de division plus ou moins considérable: fort souvent aussi des paillettes de mica viennent se joindre à elles. Dans cette position de la pierre calcaire coquillière, rapprochée des grandes masses qui appartiennent aux roches primitives, cette pierre est sujette à présenter, par l'introduction dans sa substance de parties désintégrées de cette roche, des mélanges variés et bien souvent très-embarassant pour le minéralogiste géologue.

Avec traces de poissons et de crustacés. Quoique la pierre calcaire argileuse ou marneuse, dont il sera question plus bas, soit, ainsi que le schiste proprement dit, la demeure la plus habituelle des poissons fossiles, il s'en montre cependant aussi quelquefois dans la variété de

la pierre calcaire qui ne contient pas assez d'argile, pour être placée parmi les pierres calcaires argileuses, ou marneuses : on en trouve des exemples, soit en Italie, et principalement dans le Vicentin, soit dans d'autres contrées.

Les crustacés fossiles s'y montrent plus fréquemment : on trouve, par exemple, des crabes dans nombre de pierres calcaires coquillières d'Angleterre, et nommément dans celle de Dudley, dans le Shropshire ; il s'en est de même rencontré en Italie, tel que, à Vestena-Nova dans le Vicentin.

A l'égard des poissons, pour la presque-totalité ils sont, de même que les coquilles, étrangers au climat dans lequel on les rencontre ; et un très-grand nombre appartient à des espèces qui paroissent ne plus exister dans les mers d'aujourd'hui.

Dans la pierre calcaire, ainsi que dans celle marneuse et dans les schistes, la forme de ces poissons est parfaitement indiquée par la conservation de leurs arêtes, ainsi que de leur partie cartilagineuse qui, pour le plus grand nombre, sont restées dans leurs situations naturelles. Comme ils forment une interruption dans la pierre, dans celles de ses parties dans lesquelles ils se trouvent, elle se divise facilement suivant leur direction : dans ce cas, une des deux moitiés de la pierre ainsi divisée, montre en relief les parties osseuses du poisson, tandis que l'autre en montre l'empreinte légèrement en creux. Fort souvent aussi, ces restes osseux sont légèrement recouverts par une couche extrêmement mince d'une substance d'un jaune brun foncé, et ayant une légère demi-transparence, que je crois devoir être attribuée au desséchement de la partie gélatineuse, appartenant à la partie osseuse elle même.

Ce fait me semble devoir indiquer que la partie osseuse devoit être en effet la seule partie de l'animal qui fût conservée, lorsqu'il a été totalement recouvert par la précipitation de la chaux carbonatée qui la renferme, et que les chaires en avoient été enlevées, par suite d'une décomposition d'autant plus prompte qu'elle se faisoit dans l'eau. Sans cela, et si l'animal avoit été entier et parfaitement sein, lorsqu'il a eté renfermé, ses principes, lors de sa décomposition, ne pouvant se dégager, il auroit donné naissance à une masse de bitume propor-

tionnée à son épaisseur, ainsi que cela est arrivé quelquefois, et a eu lieu dans les plantes, feuilles et bois qui se sont trouvés dans le même cas. Cette facilité à la décomposition de la partie charnue des animaux, est sans doute la cause qui fait que dans toutes les traces qui existent d'eux, soit dans la pierre calcaire, soit dans d'autres, ces traces n'appartiennent presque jamais qu'à leurs parties osseuses.

Une observation que j'ai fréquemment faite, et qui aide à reconnoître dans la pierre, les parties qui doivent renfermer les poissons, est, que celles de la pierre qui les touche directement, est d'une nature un peu plus compacte que celle de la masse totale; ce qui fait que fort souvent la partie qui renferme le poisson se détache d'elle-même de cette masse, lorsqu'elle est exploitée.

J'ai vu plusieurs fois ces poissons recouverts par une couche de fer sulfuré, ou pyrite martial. Il existe dans le cabinet de Sir John St. Aubyn, à Londres, un morceau très-intéressant de ce genre, qui vient du comté de Kent en Angleterre. C'est un tronçon de poisson parfaitement conservé, et dont il ne reste, appartenant à l'animal, que l'empreinte de la partie écailleuse, qui est à l'état pyriteux, et dans laquelle les écailles, qui ont conservé entre elles l'arrangement qu'elles avoient sur le poisson, laissent appercevoir, étant vues avec la loupe, la texture chagrinée qui leur est propre. La partie intérieure de ce tronçon, est une pierre calcaire grise à grain fin, laissant appercevoir, çà et là, quelques petites parties colorées en noir, et dues probablement à la bituminisation de quelques légères portions de la substance même de l'animal, qui paroit avoir été saisi avant la parfaite destruction de toute sa partie charnue.

Avec ossements d'animaux terrestres. Le gypse, ainsi que les grès secondaires et la pierre calcaire argileuse schisteuse, sont les substances qui renferment le plus habituellement les ossements des animaux terrestres: on en rencontre cependant aussi quelquefois dans la pierre calcaire qui fait le sujet de nos observations. Il est à remarquer toutefois que, si l'existence principale de ces os dans les grès et gypses secondaires, ainsi que dans les substances marneuses, semble annoncer qu'ils n'ont été introduits dans les masses pierreuses qu'à

une époque ultérieure à celle où les coquilles, et même les poissons, y ont été placés, la nature de la pierre calcaire dans laquelle on les rencontre, n'est pas propre à reculer cette époque. En effet, ces os ne se montrent nullement dans les masses de cette pierre qui s'annoncent être les plus anciennes, et qui, ainsi que je l'ai déjà dit, renferment cependant quelquefois des coquilles. Ils se trouvent très-rarement, et toujours en très-petite quantité, dans les grandes masses même de la pierre calcaire formée postérieurement et coquillière. Mais leur présence devient beaucoup plus fréquente, et leur nombre beaucoup plus multiplié, dans la pierre calcaire située sur différentes parties des côtes de la mer, et principalement de celle Meditérranée; tel qu'à Gilbraltar, à Ceuta sur la côte de la Dalmatie ainsi que sur quelques côtés de la Grèce, &c. &c. Et dans tous ces endroits, ils sont, ou renfermés dans une pierre calcaire d'une formation bien sensiblement postérieure à celle de la roche même de la côte, dont elle remplit de larges fentes ou des anciennes cavernes préexistentes, ou ils se montrent au sommet d'une montagne, dont la pierre calcaire qui les renferme forme les dernières couches; tel que Mr. l'Abbé Spalanzani dit l'avoir observé dans l'isle de Cythère en Grèce.

La plus grande partie des os fossiles se rencontrent dans des cavernes, et le plus grand nombre d'eux y ont été, soit mutilés, soit extraits à différentes époques, tantôt par la curiosité, plus souvent encore par l'intéret, leur poudre ayant fait autrefois partie des médicaments administrés à l'humanité souffrante, à laquelle elle a probablement été aussi utile, que celle de l'hyacinthe et de l'argile martiale nommée terre sigilée, qu'on retrouve encore dans les anciennes pharmacies. Ceux qui ont échappés, ou sont épars sur le sol de ces cavernes, ou sont renfermés dans les stalactites et stalagmites, qui ont successivement rempli diverses de leurs parties et ont englobé ces os dans leur substance. Ces cavernes sont très-multipliées en Europe, et principalement en Allemagne: Il en existe dans les montagnes du Hartz, de la Thuringe, de Franconie, de Hongrie, dans les monts Krapaths, ainsi que dans diverses parties de la Sibérie.

Plusieurs de ces os fossiles semblent appartenir à des espèces encore existantes, mais habitant des climats différents de ceux où ils ont été trouvés; un très-grand nombre aussi appartienent à des espèces que tout annonce ne plus exister.

Le savant qui s'est occupé avec le plus de zèle et le plus de succès de cette partie si intéressante à l'étude géologique du globe, Mr. Cuvier, après être parvenu à rétablir le squelette complet d'un grand nombre de quadrupèdes auxquels ont appartenu ces os, et les avoir comparés avec ceux des divers espèces des animaux connus, finit par dire " Je puis presque affirmer qu'aucun " des quadrupèdes véritablement fossiles, qu'il m'a été possible " de comparer exactement, ne s'est trouvé semblable à aucun de " ceux aujourd'hui vivants:" et l'assertion d'un savant aussi distingué, apporte avec elle force de loi. Outre la collection complette des os de ces espèces, il étoit parvenu, à cette époque, qui est celle de 1801 à rassembler divers ossements de nombre d'autres espèces de quadrupèdes, dont il n'avoit pu encore collecter toutes les parties nécessaires au rétablissement du squélette, et qu'il n'avoit conséquemment pu comparer qu'imparfaitement avec ceux des animaux actuellement existants, avec lesquels ils lui paroissoient avoir de grands rapports de ressemblance.

D'après la situation de ces ossements dans les cavernes qui les renferment, et l'absence totale d'aucun indice quelconque de frottement ou de roulement, Mr. Cuvier, pense que les animaux auxquels ils ont appartenu, quoique étrangers aujourd'hui aux climats dans lesquels ces cavernes sont placées, doivent y avoir vécus, et qu'elles leur ont probablement servi de tombeaux. Cette opinion est aussi celle de deux célèbres naturalistes, Mr. de Luc et Mr. Blumenbach. L'accumulation de ces os dans ces cavernes paroîtra peu étonnante, si l'on se représente que les animaux dans l'état sauvage, et même ceux qui, tels que les chats, ont conservé dans l'état de domesticité quelque chose de celui sauvage, avertis sans doute par un sentiment intérieur de l'époque de leur fin, ainsi qu'ils le sont des moyens curatifs dans leur maladies, cherchent toujours les endroits les plus

retirés et les plus obscurs, pour en faire leur dernier asile. La plupart des ossements que l'on trouve dans les pierres calcaires marneuses, soit terreuses, soit schisteuses, sont dans le même cas.

Mr. Cuvier, après avoir examiné avec la sagacité qu'il porte à toutes ses observations, les os qui jusques là avoient été considérés comme appartenant à des squelettes humains, affirme de même qu'il ne s'est encore rencontré nulle part d'ossemens humains, et que tout ce que l'on a dit de contraire à cette assertion s'est trouvé faux, lorsqu'il a été possible d'examiner de bonne foi les os que l'on prétendoit avoir appartenu à des hommes.

Si l'on se représente maintenant, que les détriments des plantes se rencontrent très-fréquemment dans les schistes et dans les grès, dont les éléments rappellent les détriments des roches primitives, et dans lesquels il n'existe absolument aucune trace des autres corps organisés, on ne pourra s'empêcher de reconnoître que la nature semble nous indiquer elle-même, que la même époque n'a pas vu naître en même temps les végétaux, les animaux qui peuplent les mers, ceux qui ont la terre pour domicile, et l'homme. Que très-probablement les plantes ont paru les premières; quelles ont été suivies des coquilles et des poissons; ceux-ci des quadrupédes; et enfin que le dernier ouvrage de la création a sans doute été l'homme, destiné à completter l'œuvre du Créateur, et à bénir sa bonté infinie, qui ne lui a donné la terre pour demeure momentanée, qu'après l'avoir enrichie de tous les dons qui pouvoient le mettre à même d'y trouver l'entretien de son existence, et la source de ses plais irs. En effet, l'homme ne présentant, dans aucune des masses pierreuses, même les plus modernes, et cela dans aucun partie du monde, les traces d'une existance antérieure que les autres corps organisés y ont laissées, souvent même avec profusion, ne paroitroit-il pas naturel d'en conclure, qu'à l'époque de sa première existence sur la terre, le travail des masses pierreuses étoit terminé; ce qui fait que s'il est possible de trouver quelques traces de sa présence, ce ne pourroit être que sous des couches de terre meuble, sous lesquelles il pour-

roit avoir été accidentellement enseveli, et non dans le sein des grandes masses pierreuses qui composent la charpente de notre globe.

Il seroit possible cependant que quelques faits particuliers arrivés autrefois, en fît aujourd'hui rencontrer des traces, par des ossements trouvés à de grandes profondeurs sous des masses assez considérables de roches, même primitives, ou dans des vides qui pourroient s'y montrer. Les divers éboulements faits en Calabre sur des villages entiers qu'ils ont enfouis, dans le dernier tremblement de terre de cette malheureuse province ; la catastrophe affreuse que vient récemment d'éprouver une partie du canton de Schwitz, par la chute entière d'une partie considérable de montagne, en démontre la possibilité. Mais les connoissances géologiques et minéralogiques actuelles sont trop avancées, pour qu'une observation de cette nature ne soit pas appréciée à sa véritable valeur, et le fait qui lui auroit donné naissance, classé à sa véritable place.

D'un autre côté aussi, on cite des faits que je n'ai jamais été à porté de pouvoir vérifier par moi-même, mais dont quelques-uns portent avec eux tout ce qui peut déterminer la croyance, d'instruments ou meubles travaillés visiblement par les hommes ; tels que planches équarriées, anneaux de fer, clefs, &c. renfermés dans des couches, ou sous des couches de pierre ; ce qui sembleroit annoncer pour l'homme une existence antérieure à l'époque de leur formation. Mais ces faits sont rares, isolés, et n'ont autour d'eux aucunes ramifications analogues et dépendantes quelconque : ne sembleroient-ils pas d'après cela devoir appartenir à des causes particulières ; telles que, soit une formation partielle dans d'anciens lacs, qui très-certainement ont été autrefois beaucoup plus abondants et plus grands qu'ils ne le sont aujourd'hui, soit, ainsi que je viens de le dire, la suite de quelques catastrophes particulières. C'est à l'observation bien faite de tout ce qui peut appartenir au local, à prononcer.

Avec des fragments appartenant au règne végétal. Autant il est commun de rencontrer dans les schistes et les grès, et même dans le gypse, des fragments appartenant au règne végétal, soit à l'état de bitume, soit à l'état simplement charbonneux, soit à celui de décom-

position terreuse, soit enfin à l'état quartzeux, autant la présence de ces mêmes fragments est rare dans la pierre calcaire.

Parmi le très-petit nombre d'observations qui ont été faites jusqu'ici à cet égard, j'en citerai une qui m'est particulière, et dont le souvenir tient de trop près aux malheureux événements qui ont brisé les liens fortunés qui, jusques là, avoient fixé autour de moi le calme aimable de la paix, les jouissances et le bonheur, pour qu'il puisse jamais s'effacer de mon souvenir. En 1792, à Etanges, près de Thionville, dans les carrières qui y étoient alors exploitées, j'ai trouvé dans la pierre calcaire coquillière dont la roche étoit composée, et dont les couches étoient horizontales et d'une épaisseur peu considérable, une assez grande quantité de fragments de différentes grandeurs, appartenant à du bois fossil. Ce bois y étoit sous deux états différents ; dans l'un, il étoit sous l'état bitumineux complet; et dans l'autre, sous un état charboneux simple et parfaitement analogue au charbon de bois : les fibres en étoient parfaitement conservées, et se séparoient les unes des autres avec facilité. Cette pierre calcaire tenant de très-prés à un canton dans lequel il existe beaucoup de grès silicéo-calcaire, renfermoit en conséquence beaucoup de parties siliceuses elle-même : et c'est sans doute à la porosite occasionnée par l'interposition de ces parties siliceuses, qu'on doit attribuer le dégagement des parties constituantes les plus volatiles, de quelques-uns des fragments du bois qui, lors de leur décomposition, aura empêché leur bituminisation; tandis que les autres, placés dans des parties plus compactes, n'auront éprouvé aucune perte, et auront conséquemment passés à l'état bitumineux.

On rencontre aussi diverses traces de végétaux à Vestena-Nova dans le Vicentin, ainsi que dans la pierre calcaire du mont Bolca, où j'ai dit précédemment que l'on trouvoit un grand nombre de poissons fossiles de différentes espèces. Il en existe de même à Œningen, près du Lac de Constance, &c. Les restes de végétaux sont en général plus communs dans la pierre calcaire marneuse, que dans celle qui ne l'est pas.

PIERRE CALCAIRE,

FORMÉE PAR L'AGRÉGATION DE PETITS CORPS GLOBULEUX.

Pierre calcaire oolite; chaux carbonatée granuliforme, Haüy; *Rogenstein, ou pierre en forme d'œufs de poisson*, Werner.

Cette variété, ainsi que l'indique la phrase sous laquelle je l'ai exprimée, est composée de l'agrégation de petits corps globuleux approchant plus ou moins de la forme sphérique; mais elle présente beaucoup de sous-variétés, tant à raison de la grosseur des corps globuleux qui la composent, que par les variétés que présentent ces mêmes globules, et le mode de leur réunion entre eux.

Quant à la grosseur des globules, elle varie depuis celle d'une graine de pavot, jusqu'à celle d'un pois; mais les pierres dans lesquelles les globules sont de cette dernière grosseur sont assez rares, tandis que celles dans lesquelles ils sont d'une grosseur plus ou moins approchant d'une graine de pavot, sont au contraire très-communes. Ces pierres ressemblent beaucoup au premier aspect, à des amas d'œufs de poisson, pour lesquels elles ont quelquefois été prises: c'est aussi à cette ressemblance qu'elles doivent le nom d'oolites qui leur a été donné. J'en ai vu en globules de la grosseur d'un pois, venant de différents cantons, et entre autres de Wolfembuttel, et de Brunswick en Allemagne, ainsi que du Derbyshire en Angleterre.

Quant à la texture des globules mêmes, elle est généralement à couches concentriques; mais la petitesse des globules rend ces couches très-difficiles à appercevoir, ce qui fait que, dans un grand nombre, la coupe seule peut la faire reconnoître. Lorsque cette pierre se casse, ordinairement les globules ne font que se séparer les uns des autres; il arrive cependant quelquefois, lors principalement que les globules, ou simplement quelques-uns d'entre eux, sont en un contact direct, que, lors de leur séparation, l'un d'eux emporte avec lui une partie de

la couche extérieure de l'autre, ce que la loupe fait facilement appercevoir. Quelquefois ces globules se cassent en deux moitiés exactes : alors on apperçoit que leur texture à couches concentriques est soumise à quelques variations. Dans quelques-uns, cette texture se continue depuis leur surface jusqu'à leur centre, qui alors est occupé par un globule fort petite de la même nature, mais compacte. Dans d'autres de ces globules cassés, on distingue parfaitement le bord de la circonférence de chacune des couches concentriques, et fréquemment le petit globule du centre se détachant, laisse un vide à sa place. Dans quelques-uns aussi, en faisant mouvoir la pierre, on apperçoit, par le reflet de la lumière, que chacune des petites couches est bien souvent à l'état cristallin lamelleux ; mais cependant elles sont plus communément à l'état compacte.

Dans d'autres variétés, les globules ne sont composés que d'une ou du moins que de très-peu de couches concentriques, placées autour d'un noyau très-considérable, proportionnellement au volume du globule, et à l'état terreux : la pierre calcaire oolite des environs de Bath, en Angleterre, en fournit de fréquents exemples, ainsi qu'un grand nombre de celles que la France renferme en grand abondance. Quelquefois même, ainsi que cela arrive dans quelques-unes des pierres calcaires oolites des environs de Bath, ce noyau est à l'état crayeux. Dans cette variété, qui est assez commune, lorsque la pierre a été exposée un certain temps à l'air libre, on rencontre souvent des morceaux dans lesquels une partie des globules ayant été cassés, le noyau terreux s'est détruit : dans cet état ils ressemblent assez parfaitement à des fragments de coquilles d'œufs d'insectes dont le vers est sorti.

Dans quelques variétés de ces pierres calcaires oolites, chacun des globules n'est qu'un petit systême particulier, formé de l'agrégation d'un certain nombre d'autres globules plus petits ; leur volume est alors plus considérable, et égal bien souvent celui d'un gros pois et même plus.

Il existe aussi nombre de variétés dans la texture de la pierre à laquelle la réunion de ces globules donne naissance. Dans quelques-

unes, ils sont réunis entre eux par leur simple contact; on observe seulement, cà et là, entre chacun d'eux, quelques petites parties de chaux carbonatée terreuse mélangée d'argile, et souvent colorée fortement par le fer.

Dans d'autres, ces globules sont plus espacés les uns des autres, et sont réunis par un ciment de chaux carbonatée terreuse, qui quelquefois a très-peu de consistance: dans ce cas cette pierre se détruit facilement, et la terre autour d'elle est alors couverte de ces petits globules isolés.

Il existe d'autres variétés dans lesquelles le ciment qui réunit ces globules est à l'état cristallin lamelleux: l'Angleterre, ainsi que la France en fournissent de fréquents exemples. Je possède un échantillon d'une pierre calcaire oolite d'une belle couleur grise tirant sur le violet, et qui, au premier aspect, paroit être une très-belle variété de chaux carbonatée compacte, mélangée de petites parties de chaux carbonatée lamelleuse; mais, en l'examinant avec attention, et à l'aide de la loupe, on reconnoit qu'elle est composée de globules assez gros, en un contact immédiat et à l'état de chaux carbonatée compacte. Mais comme des corps sphériques ne peuvent se toucher que par un point de leur surface, les petits intervalles qu'ils laissent entre eux sont remplis par de petites parties de chaux carbonatée lamelleuse: j'ignore la localité de cette pierre, qui est extrêmement jolie, recevroit un très-beau poli, et peut être considérée comme un très-beau marbre oolite. La plus grande partie des pierres calcaires oolites qui ont ainsi un ciment de chaux carbonatée lamelleuse, sont plus ou moins susceptibles de recevoir le poli.

Il existe aussi des variétés dans lesquelles les globules sont disséminés de manière à être très-écartés les uns des autres, dans une pierre calcaire de texture lâche et grossière, contenant plus ou moins de parties cristallines. Il s'en trouve de ce genre dans les environs de Goslar en Allemagne, dans lesquelles le ciment calcaréo-argileux est mélangé de petites paillettes de mica.

La pierre calcaire oolite est le plus communément d'un jaune ocreux; mais elle est fort souvent aussi, soit d'un gris bleuâtre, soit

d'un gris cendré plus ou moins foncé. Parmi les pierres de cette dernière couleur, il y en a qui deviennent jaunâtre par une exposition longtemps continuée aux intempéries de l'air, et par suite sans doute d'une oxidation plus considérable du fer qu'elles renferment. Cette couleur jaunâtre, qui se montre d'abord à la surface de la pierre, pénètre peu-a-peu dans son intérieur, et elle finit par être colorée en totalité.

L'existence de la pierre calcaire oolite est très-commune dans les cantons occupés par la chaux carbonatée coquillière. Elle y forme à elle seule des parties, souvent assez considérables, de montagnes; et d'autres fois, elle s'y montre en couches, souvent très-puissantes, interposées entre celles de la pierre calcaire coquillière. On la trouve fréquemment sous ces deux états, en France, dans les chaînes des montagnes calcaires secondaires, le plus habituellement coquillières qui, bordant une partie du Lyonnois, traversent, presque sans aucune interruption, la Bourgogne, la Champagne, la Franche Comté, et la Lorraine. On la rencontre de même parmi les montagnes de chaux carbonatée coquillière d'Allemagne, d'Angleterre, &c. &c. Elle est souvent coquillière elle-même, et lorsqu'elle ne contient que les empreintes des coquilles, ou le noyau qui s'est moulé dans leur intérieur, ce noyau lui-même lui appartient assez généralement. On se sert quelquefois de cette pierre dans la bâtisse; mais elle est mauvaise, de foible résistance et de fort peu de durée.

D'après la description qui vient d'être donnée, de la nature de cette pierre, ainsi que de toutes les variétés qu'elle présente, il me semble très-naturel de penser que sa formation a beaucoup de rapport avec celle de la stalagmite globulaire, à laquelle nous avons donné le nom de pisolite, et qui est qui connue vulgairement sous le nom de dragée de tivoli. Comme dans cette variété, sa formation a eu lieu par superposition de couches concentriques, autour d'un petit noyau particulier; mais ce noyau, au lieu d'être pour l'ordinaire d'une nature étrangère, et pris parmi les sables sur lesquels repose l'eau dans laquelle les pisolites se sont formées, est de la même substance que les couches qui l'entourent, et doit sa formation au même acte de précipitation, auquel appartiennent ces mêmes couches.

Il me paroit de même aussi, que l'existence des oolites est due à un mouvement considérable éprouvé par le liquide dans lequel s'est faite la précipitation qui leur a donné naissance; soit que ce mouvement fût éprouvé par toute la masse du liquide; soit qu'il n'existât que dans une de ses parties. Par lui, les diverses petites réunions de chaux carbonatée qui se formoient précipitamment, à raison de la grande abondance avec laquelle il paroit que cette substance étoit alors contenue dans les eaux, auront éprouvé un obstacle à la précipitation. Prenant alors, par suite du même mouvement, une forme arrondie, elles auront présenté au dépot de la chaux carbonatée, toute leur surface. Ces oolites se serons conséquemment augmentées par couches concentriques, jusqu'à ce que leur propre pésanteur les ait fait se précipiter; ce qui aura dû nécessairement fixer ces globules à une grosseur égale, ou à peu près égale: on y en observe cependant fort souvent quelques-uns plus gros et d'une forme allongée; mais ils paroissent n'être alors que la réunion de plusieurs de ces globules entre eux.

Quant à la cause qui peut avoir occasionné, dans la masse des eaux où se formoit la pierre calcaire oolite, le mouvement dont je viens de parler, il peut y en avoir eu plusieurs. Une des plus simples et des plus probables, est les divers obstacles que quelques courants, peut être momentanés, pourroient avoir éprouvés; ce qui auroit alors occasionné, dans leur proximité, ces mouvements de rotations qui, dans nos rivières, sont si funestes aux nageurs, et portent le nom d'entonnoirs. J'ai vu des tournoiements de ce genre, existant dans les eaux d'un ruisseau dont le fond étoit très-vaseux, donner à la vase une configuration en petits corps cilindriques, qui de même étoient formés par couches concentriques. Plus qu'on nel e pense quelquefois, ces petits faits particuliers présentent un tableau, assez fidelle, de ceux qui bien souvent échappent à notre vue, par le gigantesque même de leurs traits. Deux mouvements opposées dans une partie quelconque de la masse des eaux, auroient aussi produit le même effet.

OBSERVATIONS

GÉNÉRALES SUR LA PIERRE CALCAIRE EN MASSE TERREUSE.

Nous venons de voir que la chaux carbonatée en masse terreuse, se montre sensiblement devoir appartenir à deux grandes époques différentes de formation. Que l'une, de beaucoup antérieure à l'autre, habite le voisinage des montagnes primitives, et ne renferme pour l'ordinaire que quelques coquilles éparses cà et là : quelquefois cependant un peu plus multipliées ; mais toujours en quantité très-limitée en comparaison de l'autre. Que cette dernière, d'une formation plus nouvelle, est venue ensuite former les chaînes de montagnes qui, plus écartées de celles primitives, traversent nos plaines, où elles limitent les vallées ; et quelquefois, mais beaucoup plus rarement, s'est placée jusque sur la cime des montagnes primitives mêmes. Nous avons vu aussi que, quoiqu'il existe dans cette dernière pierre calcaire, soit de grands masses, soit simplement des couches plus ou moins puissantes, qui sont ou privées totalement de coquilles, ou dans lesquelles elles sont en très-petite quantité, plus généralement cependant elles sont coquillières ; et, dans ce cas, les coquilles y sont communément aussi beaucoup plus multipliées. On ne peut même former aucun doute que les détriments des coquilles, qui font aujourd'hui une partie si essentielle de leur masse, n'en aient considérablement augmenté le volume : il est telle couche de cette pierre calcaire, et même telle partie de montagne, de la quelle il resteroit bien peu de chose, si la partie calcaire appartenant à celle apportée par les coquilles étoit enlevée. Il existe nombre de ces mêmes couches qui, au premier aspect, ne présentent bien souvent qu'une pierre calcaire compacte ordinaire, renfermant même assez fréquemment un mélange considérable de petites parties à l'état cristallin lamelleux, et qui cependant, étant vues avec la loupe, ne présentent qu'une agrégation presque pure, soit d'entroques dont la

texture est en grande partie cristalline lamelleuse, soit de petits fragments, presque imperceptibles, de coquilles. Quelle cause aura pu briser et foisser ainsi ces coquilles, avant ou pendant l'action qui les a rendues parties intégrantes de ces pierres ? Il en est beaucoup qui sont à la fois composées de coquilles entières et de fragments.

Nous avons bien certainement saisi les grands traits de cette partie de la charpente de notre globe, si intéressante à la minéralogie, et l'une des parties les plus essentielles de la géologie ; mais il existe une immensité de traits de détail, sur lesquels il reste un grand nombre de questions à faire, et sur la solution desquelles reposeroit incontestablement, la connaissance complette des faits géologiques qui ont trait à l'étude des masses calcaires ; c'est-à-dire, à plus du tiers de la partie solide de notre globe.

Quelle cause a pu apporter les coquilles sur la cime des montagnes qui bordent nos vallées, et sont souvent très-élevées, ainsi qu'aux différentes hauteurs inférieures où elles se trouvent, et a pu ensuite faire cesser ce transport, de manière que les couches coquillières soient séparées par d'autres couches, qui fort souvent ne le sont pas du tout ?

Comment ce transport a-t-il pu se faire, de manière que très-fréquemment les coquilles qui se rencontrent dans une même couche appartiennent à la même espèce, ou au même rassemblement de deux ou trois espèces ; de sorte que telle couche est simplement mélangée de griphites, tandis que celle qui lui succède n'est composée que de camites, une autre d'entroques, &c. &c. ?

Si c'est par des courants, comment auront-ils pu les transporter à ces différentes hauteurs ? Les vallées n'existoient donc pas ? Si elles n'existoient pas, quelle cause aura pu être assez puissante pour les creuser ? Quelle cause auroit pu faire naître les courants ? Et comment sur un sol plat auroient ils pu effectuer, dans le transport des coquilles, les différences que des montagnes très-voisines l'une de l'autre nous montrent à cet égard et, en même temps, la plus grande régularité dans ces différences ?

Les vallées existoient-elles ? Ou, ce qui est la même chose, ont elles dû leur existence à la formation même des montagnes qui les bordent ? Les coquilles, qu'on sait habiter le fond des mers par réunions de familles, ont-elles alors choisi, pour établir leur demeure, un endroit particulier déjà distingué par son élévation ? Et les couches ou masses de pierre calcaire qui s'y sont placées, ne seroient-elles alors que le dépot de la chaux carbonatée terreuse, sur, et à travers ces amas de coquilles, qui ensuite se seroient trouvées nécessairement renfermées dans la masse pierreuse déposée ?

Mais, dans ce cas, la plus grande partie des pierres calcaires coquillières étant non bitumineuses, tandis qu'au contraire l'autre l'est, les coquilles, dans le plus grand nombre de cas, auroient donc été privées de l'animal dont elles formoient l'habitation; et, dans quelques-uns, l'animal au contraire auroit été renfermé dans sa coquille, au moment même de la précipitation de la chaux carbonatée.

Il existe des cantons, tels que, par exemple, en Angleterre, certaines parties du Derbyshire, du Stropshire, &c. dans lesquels les couches de pierre calcaire coquillière pourroient être souvent comparées à un véritable cabinet de coquilles, par la variété des espèces qu'elles montrent, ainsi que par celle qui existe parmi les entroques, vermiculites, &c. &c. qu'elles renferment. Comment se rendre alors raison de leur formation ?

Si les coquilles ont été recouvertes, sur place, par la simple déposition de la chaux carbonatée, il est bien sensible, vû les différentes espèces que présente la pierre calcaire coquillière, à différentes hauteurs, et l'interruption de leurs couches par d'autres non coquillières, et quelquefois même à l'état d'oolite, que la formation des masses de pierre calcaire coquillière a dû embrasser un temps considérable, et sur la durée duquel, dans nombre de circonstances, on pourroit peut-être parvenir à quelqu'approximation. Mais, d'un autre coté, en adoptant cette formation, comment se rendre raison de la puissance qui a brisé ces coquilles, et les a réduites à ces fragments, presqu'imperceptibles à la vue simple, dont un très-grand nombre

de couches sont presqu'entièrement composées? Seroit-ce par un simple effet du temps et de la destruction naturelle de la coquille? Quelques circonstances particulières ne pourroient-elles pas aussi y avoir concouru?

Je n'entreprendrai pas de répondre à toutes ces questions; non cependant que je les croie étrangères à la nature d'un traité de minéralogie;* mais parceque je ne me sens pas en état de pouvoir le faire complettement. Cependant les grands faits géologiques font aujourd'hui l'objet des observations d'un trop grand nombre de minéralogistes du premier mérite, pour que le résultat de leurs travaux ne parvienne pas, et peut-être même bientôt, à porter la lumière sur un très-grand nombre de faits, qui sont encore, pour nous, couverts du voile de la plus parfaite obscurité.

* La minéralogie descriptive n'étant, en réalité, que l'introduction à l'étude de la formation de notre globe, étude qui appartient à la géologie, ces deux parties d'une même science, la minéralogie proprement dite, doivent ce me semble, autant qu'il est possible, marcher de front, la première sur-tout étant reconnue être le plus puissant appui de la seconde.

PIERRE CALCAIRE

HABITANT AU DESSOUS DU SOL DE QUELQUES VALLÉES.

PIERRE CALCAIRE TERTIAIRE.

La pierre calcaire coquillière ne paroit pas être la dernière qui se soit formée. Il en existe encore une autre, dont les minéralogistes ne font aucune distinction, et dont la formation me paroit être cependant distincte et beaucoup plus récente. Celle-ci occupe, en général, la partie inférieure du sol de quelques-unes de nos vallées, lors surtout qu'elles sont entourées de montagnes ou collines calcaires. Elle s'y montre à plus ou moins de profondeur au dessous de la terre végétale, dont elle est souvent séparée par des couches, soit argileuses, soit marneuses, soit sableuses, principalement lorsque ces vallées sont étroites, et ont pour limites des montagnes un peu élevées et de différente nature: quelquefois même elle est directement au dessous de la couche de la terre végétale.

Cette pierre calcaire, à laquelle convient parfaitement la dénomination de tertiaire, est assez habituellement d'un grain fin, souvent compacte, et ne renferme le plus ordinairement ni coquilles ni fragments de coquilles, à l'exception de celles fluviatiles qui s'y montrent assez fréquemment. Cependant on y distingue par fois quelques fragments de celles marines, qui y ont été apportées de la pierre calcaire des montagnes qui bordent ou traversent ces vallées: on y rencontre aussi quelquefois des os. Ses couches, qui ont généralement moins d'épaisseur que celles des autres pierres calcaires, sont quelquefois superposées les unes sur les autres, sans être séparées par aucune autre couche de nature différente; mais lorsque des couches étrangères les séparent, ces dernières sont communément marneuses, et quelquefois aussi sableuses. Il n'est pas rare de ne rencontrer qu'une seule de ces couches de pierre calcaire tertiaire, et d'autres fois seule-

ment deux ou trois, placées sous une étendue assez considérable de terrein.

Ces couches, qui se délitent facilement les unes de dessus les autres, présentent entre elles de très-grandes différences à l'égard de leur texture. Elles sont souvent poreuses et cellulaires, à raison des petites masses totalement terreuses qu'on y observe souvent interposées, et qui s'en détachent ensuite, lorsqu'elles sont exposèes à l'air et au lavage des pluies. D'autres fois, on y observe de petits cailloux roulés, et même, ainsi que je l'ai déjà dit, des coquilles fluviatiles, et quelquefois différentes parties de celles marines. D'autres fois, enfin leur texture est en grande partie de nature cristalline, et se rapproche plus ou moins de celle de la pierre calcaire compacte. On peut se rendre facilement raison de toutes ces variétés, ainsi que de beaucoup d'autres qui peuvent aussi s'y rencontrer.

Cette pierre paroit être due au résultat de la décomposition ou désintégration de celle des montagnes voisines, dont les détriments transportés ensuite dans les amas d'eau ou lacs, qui occupoient encore alors les bas fonds dans lesquels on la trouve maintenant, s'y sont précipités, soit à l'état cristallin, pour les parties qui étoient à l'état de solution, soit à l'état simplement terreux, pour celles qui n'étoient qu'à celui de division. Ces grands amas d'eau ou lacs ont dû en effet séjourner dans les parties basses de nos vallées, et s'y montrer encore long-temps après la retraite générale des eaux, jusqu'à ce que l'approfondissement de leurs canaux d'écoulement, portant leur trop-plein au grand reservoir commun, fût parvenu à un nivellement qui plaçât leur base sur un même niveau que celui de la base de ces eaux : ce fait est trop parfaitement reconnu aujourd'hui, pour insister d'avantage sur lui.

PIERRE CALCAIRE TOUVEUSE,

OU TUF.

Cette pierre calcaire, la plus récente de toutes, est d'une formation habituelle. Sa texture est ordinairement poreuse et même caverneuse, et elle renferme communément une grande quantité d'empreintes de feuilles et de fruits, des fragments de bois, des coquilles fluviatiles et terrestres, &c. &c. Sa couleur la plus ordinaire est le jaune ocreux, couleur qu'elle doit, ainsi que toutes les pierres calcaires colorées de même, au fer oxidé dont elle est rarement privée, excepté cependant dans les cantons crétacés. Elle est bien souvent presque à l'état terreux absolu, et alors elle n'a aucune solidité quelconque. D'autres fois, elle est mélangée de parties cristallines, qui servent de ciment à celles terreuses, et lui donnent alors de la solidité : dans ce cas, elle est bien souvent employée dans la bâtisse, où elle a le grand avantage, à raison de sa texture poreuse, d'avoir beaucoup de légéreté. Ses cavités sont quelquefois occupées par des parties de terre végétale, et sa substance est souvent fortement mélangée d'argile.

Cette pierre est le produit du lavage, par les eaux pluviales, des terres et pierres calcaires du voisinage du local où elle se montre. Les courants momentanés qui succèdent toujours aux pluies un peu abondantes, transportent et déposent dans les parties basses des vallées, vallons, &c. souvent occupées par des amas d'eau, les parties de terre, de végétaux, &c. dont ils se sont chargés dans leur route.

Si, parmi ces parties entrainées de chaux carbonatée, il ne s'en rencontre aucune qui soit amenée à cet état de division qui les réduit à celui de molécules intégrantes, ou dans laquelle l'adhésion de ces molécules entre elles n'ait pas été tellement diminuée, que la puissance attractive de l'eau sur ces molécules puisse à elle seule opérer cette division, le tuf ou dépôt qui se forme est purement terreux.

Si, au contraire, il existe parmi elles un certain nombre de parties amenées à cet état de molécules, le tuf ou dépôt est alors mélangé de parties cristallines, et il acquiert par là d'autant plus de solidité que ces parties sont plus multipliées.

Par la suite des temps, ces dépôts touveux se réunissant avec le sol qui a fourni les matériaux de leur formation, se recouvrent de même par les végétaux, et successivement par des couches plus ou moins épaisses de terre végétale, au-dessous de laquelle on les trouve ensuite. Quelquefois cependant on les trouve aussi à une profondeur plus considérable; ce qui a dû arriver partout où le sol dans lequel ils se sont formés étoit très-bas, ou étoit exposé à recevoir sur lui des transports considérables de terre, ou des éboulements.

Il y a donc, ainsi qu'on le voit, de grands rapports de formation entre le tuf et la pierre calcaire tertiaire, décrite à l'article précédent; mais, dans cette dernière la formation, a été plus régulière, a pour l'ordinaire embrassé une plus grande étendue, et ne se montre pas, ainsi que celle du tuf, avoir encore journellement lieu.

CHAUX CARBONATÉE CRAYEUSE,

OU CRAIE.

Kreide, des Allemands. *Chalk*, des Anglois.

Cette substance, dans son état le plus ordinaire, est en masse opaque d'un beau blanc. Sa cassure est terreuse, et, étant vue avec la loupe, elle laisse appercevoir une texture grenue et lâche. Sa dureté est inférieure même à celle du gypse, et l'ongle l'entame très-facilement; ce qui provient du peu d'adhésion que ses parties ont contracté les unes avec les autres. Aussi le moindre frottement, la simple action même du toucher, suffit-elle pour en détacher les parties; ce qui rend cette substance propre à servir de crayon.

Le grain de la craie varie: il y a des variétés dans lesquelles ce grain est plus fin, et la texture plus serrée que dans d'autres.

Sa pésanteur varie aussi en conséquence; mais, dans celle la plus serrée, elle est toujours inférieure à celle de la pierre calcaire grossière. Pulvérisées et placées sur la pelle échauffée, toutes les variétés que j'ai essayées m'ont montré une phosphorescence très-forte d'un jaune pâle: et cette phosphorescence m'a de même été montrée par la préparation lavée et mise en pain, connue sous le nom de blanc d'Espagne.

Ses parties constituantes sont absolument les mêmes que celles de la chaux carbonatée non crayeuse; mais sa texture lâche fait qu'elle se dissout plus promptement dans les acides. Elle est cependant mélangée quelque-fois d'un peu d'argile, et souvent, dans ce cas, elle a une teinte un peu jaunâtre.

La texture de la craie, et la finesse des parties qui s'en détachent par le frottement, annoncent une très-grande ténuité dans les molécules dont elle est composée; tandis que le manque total de cohésion de ces mêmes parties entre elles, démontre, en même temps,

qu'à l'époque de leur précipitation dans la masse des eaux, elles y étoient à l'état de simple division, et non à celui de solution, ou de molécules intégrantes cristallines. Il n'a donc pu résulter de leur précipitation qu'un dépôt purement terreux; mais nulle cristallisation, et par conséquent nulle cause d'adhésion entre les parties précipitées.

Nous avons vu, à l'article de la pierre calcaire coquillière, que, dans plusieurs d'entre elles, les coquilles, parties intégrantes essentielles de leur masse, y étoient quelquefois à l'état de fragments si petits que la vue simple avoit peine à les saisir. Sans chercher à déterminer quelle peut être la cause qui peut les avoir amenées à cet état, et qui pourroit très-bien n'être qu'une suite naturelle d'une désintégration incomplette, on peut facilement se représenter, que la même cause peut avoir amené ces fragments à un état de division bien plus conconsidérable encore, et telle qu'elle se montre dans les parties de la craie. Dans cet état, ces parties étant devenues extrêmement légères, auront nécessairement été entrainées dans les cantons les plus bas, où elles se seront déposées sous l'état crayeux sous lequel elles se montrent à nous aujourd'hui. C'est, en effet dans les parties les plus basses des cantons calcaires que l'on trouve les couches de craie, et le plus communément même ces cantons sont placés dans le voisinage de la mer. Cette formation fait entrevoir en même temps la cause de la privation presqu' habituelle dans laquelle est cette substance de toute espèce de fer.

La craie forme des montagnes stratiformes, dans lesquelles la position des couches se rapproche toujours plus ou moins de l'horizontal, et qui bordent et traversent les plaines basses, sous le sol desquelles ces couches se continuent, sans qu'on puisse toutefois en déterminer les limites, parceque, fort souvent, le terrein s'élevant, elles se perdent sous la masse des dépôts postérieurs.

Les couches de craie renferment quelquefois des coquilles, soit entières, soit en fragments; mais elles n'y sont ni aussi multipliées, ni aussi variées que dans la pierre calcaire coquillière. Les espèces que l'on y rencontre le plus communément appartiennent aux

échinites, chamites, et pectinites: on y trouve fréquemment aussi divers glossopètres. Les coquilles y sont, soit à l'état calcaire, soit à l'état siliceux; mais beaucoup plus fréquemment sous ce dernier état. Lorsqu'elles sont à l'état calcaire, communément le têt seul de la coquille est à l'état cristallin lamelleux, et son intérieur est occupé par une masse decraie; à l'état siliceux, le silex en occupe ordinairement toute la masse.

A l'exception du fer, il ne s'y est encore montré aucun autre métal. Le fer y existe quelquefois à l'état sulfuré; mais cependant il y est peu commun, même sous cet état. Dans ce cas il y est en rognons épars et de différentes grosseurs, dont les cristaux, lorsqu'ils sont déterminés, appartiennent presque toujours à l'octaèdre. Elle renferme quelquefois aussi d'autres substances étrangères; telles que du bois: j'ai vu, dans des fragments de silex auxquels adhéroient encore quelquefois des parties de craie, des morceaux de bois parfaitement conservés, et de la longueur d'environ trois pouces. Ces morceaux venoient du Hampshire province d'Angleterre: il en existe des échantillons à Londres dans la collection de Mr. Gréville, ainsi que dans celle de Sir John St. Aubyn.

Mais la substance qui se montre le plus généralement, et le plus abondamment répandue dans la craie, est l'espèce de produit siliceux calcédonien connu sous le nom de silex ou pierre à fusil. Cette substance s'y montre communément en masses globuleuses, cilindriques, tuberculeuses et souvent ramifiées, de différentes grosseurs, et ces masses sont, soit solides, soit caverneuses. Ces silex y sont quelquefois épars sans aucune régularité; mais le plus habituellement ils y ont une situation régulière, et y forment des lits très distincts, ayant la même direction que les couches de la craie, et dans lesquels assez généralement ils sont espacés les uns des autres, sans se toucher. La forme arrondie de ces silex sembleroit, au premier coup d'œil, devoir les faire considérer comme des cailloux roulés, saisis par la craie lors de sa formation, et renfermés par elle dans sa substance. Mais un examen attentif de leur manière d'être dans la craie, ainsi que l'observation de leur surface, qui bien souvent est

pénétrée elle même, à plus ou moins de profondeur, par la substance dans laquelle ils sont renfermés, démontre que leur formation est contemporaine.

Les opinions ont considérablement variées, sur le mode de formation des silex dans la craie, ainsi que dans les pierres calcaires dans lesquelles ils existent souvent aussi. Quelques minéralogistes ont attribué cette formation à la conversion même de la chaux carbonatée à la substance du silex. D'autres, y ayant observé quelques madrépores rameux, dont la substance étoit totalement passée à l'état siliceux, et remarquant que, surtout dans la pierre calcaire, nombre des silex qui y sont renfermés ont admis cette même forme rameuse, et qu'en outre le plus grand nombre des coquilles, qu'on rencontre dans les craies, y sont à l'état de silex, les ont considérés comme étant tous d'une origine première animale. L'opinion qui paroit être le plus généralement adoptée aujourd'hui, est qu'ils se sont formés par infiltration. Quelques personnes cependant pensent que les éléments de leur formation étoient mélangés avec ceux de la craie, dont ils se sont séparés par la simple opération de l'affinité d'élection: cette dernière opinion est aussi la mienne.

Tout, dans l'étude de la craie, me paroit tendre à prouver qu'elle est le résultat de la précipitation, dans la masse des eaux, d'une chaux carbonatée divisée en parties très-fines, mais dont la division n'avoit pas atteint celle qui amène cette substance à l'état de simples molécules intégrantes. Tout semble démontrer aussi, que les mêmes eaux contenoient, en même temps, la terre quartzeuse, à l'état de modification connue sur le nom de calcédoine. La craie qui y étoit beaucoup plus abondante, et dont les eaux paroissent même avoir été alors très-chargées, aura en conséquence entrainé avec elle, dans sa précipitation, ces mêmes molécules, qui ensuite se seront réunies, par affinité d'élection cristalline, dans la masse même de la craie non encore affaissée ou consolidée, et étant encore pénétrée du liquide dans lequel elle venoit de se précipiter; et elles auront alors formé ces petits systèmes particuliers de réunion, auxquels appartiennent les petites masses arrondies de silex. D'après ce mode de formation

ils devroient en effet se trouver espacés les uns à l'égard des autres; et la forme arrondie paroîtroit de voirêtre pour eux alors, l'effet de leur formation, dans une substance assez dense par laquelle ils étoient pressés également sur toute leur circonférence, ainsi qu'une goute d'eau l'est par l'air.

Mais, quelle peut être la cause qui auroit introduit ces molécules siliceuses dans la masse des eaux ? et pourquoi, au lieu de se montrer à l'état de quartz, ainsi qu'elles l'ont fait dans nombre d'autres circonstances, dans la pierre calcaire même, sont-elles toujours à l'état particulier de modification à laquelle appartient la calcédoine ? J'avoue que je ne me sens pas en état de répondre d'une manière satisfaisante, à ces deux questions : les faits sur lesquels elles portent, tiennent sans doute à des circonstances particulières, dont les unes peuvent dépendre de la localité, et quelques autres, d'événements dont les traces effacées ne nous laissent aucunes données pour pouvoir remonter jusqu'à eux.

Cette différence, dans la manière d'être de la chaux carbonatée et de la substance calcédonienne, dans la masse des eaux dans laquelle, leur précipitation avoit lieu, la première y étant à l'état de division, et l'autre à celui de solution, rend en même temps raison de la cause qui a fait que la plus grande partie des coquilles que renferme la craie y sont à l'état siliceux calcédonien. La substance calcédonienne étant la seule en solution dans l'eau, y étoit la seule aussi tellemement adhérente aux molécules de ce liquide, qu'elles devoient l'accompagner dans sa pénétration à travers les pores, ou petits vides que pouvoient présenter les coquilles, qui probablement étoient déjà alors dans un commencement de décomposition ou de désintégration, qui en avoit écarté les parties, tandis qu'au contraire les parties de chaux carbonatée, par suite de l'état de simple division dans lequel elles se trouvoient, devoient être abandonnées par les molécules de l'eau, au moment de cette pénétration. Les coquilles, ainsi passées à l'état de silex ont même dû souvent servir de centre d'attraction, pour celles des molécules de la même substance qui pouvoient être dans leur voisinage. Aussi leur interieur est-il, pour l'ordinaire,

totalement rempli par la substance même du silex, et trouve-t-on souvent de ces coquilles adhérentes à des noyaux de silex, et très-fréquemment aussi renfermées dans leur intérieur.

On rencontre cependant quelquefois, dans les masses de craie, des étendues plus ou moins considérables dans lesquelles le têt des coquilles est, ainsi que je l'ai dit plus haut, à l'état de chaux carbonatée lamelleuse, et dont le vide intérieur est rempli simplement par la craie. Quelquefois aussi ces coquilles sont placées dans les mêmes couches qui en contiennent nombre d'autres à l'état siliceux calcédonien. Mais dans ce cas, ou ces masses de craie ne contenoient pas en une aussi grande abondance les molécules de la substance calcédonienne, ou ces molécules avoient été épuisées, avant que toutes les coquilles renfermées dans la couche, aient pu en être pénétrées. L'état de cristallisation dans lequel est communément alors le têt de ces coquilles, paroit devoir être le simple résultat de leur désintégration postérieure, qui aura permis à leurs molécules, mises en liberté, de se réunir sous une direction cristalline commune. On verra par l'article qui a totalement trait à la nature de la substance des coquilles, et qui termine les descriptions des variétés de la chaux carbonatée, que l'opération qu'elles avoient à éprouver à cet égard n'étoit pas très-considérable.

Si le travail dont je m'occupe dans ce moment, avoit directement trait au silex, il me resterait sans doute beaucoup de choses à dire à l'égard de cette substance intéressante, pour achever de la faire connoître sous ses divers points de vue; mais je dois me borner ici à ce qui peut faire connoître ses rapports de formation avec celle de la craie, ainsi qu'avec celle de la pierre calcaire, à laquelle on doit je pense appliquer ce que je viens de dire, aux modifications près apportées par la nature de la pierre et dont l'observation est toujours dans le cas de tenir compte. Je ne puis cependant quitter les observations qui ont trait au mélange des silex dans les masses de craie, sans porter un moment l'attention sur un fait qui me paroit extrêmement intéressant, soit par sa nature même, soit par le jour qu'il me semble répandre sur quelques faits particuliers de la géologie.

Tout minéralogiste qui a séjourné quelque temps à Londres, et a pu jetter un coup d'œil observateur sur ses environs, a dû être frappé de la quantité immense de silex qui sont épars dans la plaine dans laquelle est située cette vaste métropole du monde commerçant, en forment le sol à un assez grand nombre de milles autour d'elle, et y constituent en même temps celui d'un grand nombre de collines qui s'y élèvent. Ces silex, dont la forme est plus ou moins arrondie, et parmi lesquels on en observe plusieurs qui ne sont que des fragments, forment dans cette plaine des lits horizontaux, dans lesquels ils sont presque à nud les uns à coté des autres, les petits intervalles qu'ils laissent nécessairement entre eux, par suite de leur forme, étant simplement quelquefois occupés par un peu de terre argilo-martiale. Ces silex sont séparés les uns des autres par des couches, soit de sable, ordinairement mélangé de parties plus petites de silex, soit d'argile martiale, mélangée elle même quelquefois de parties de sable. En les examinant avec attention, on reconnoit qu'ils sont de la même nature que ceux que renferment habituellement les bancs de craie. Un très-grand nombre ont encore conservé, sur leur surface extérieure, l'incrustation crayeuse qu'ils montrent dans la craie: ceux qui sont caverneux, et il y en a un grand nombre, étant cassés, laissent fréquemment appercevoir un noyau de craie pure dans leur intérieur. Il ne peut, ce me semble, rester aucun doute, que les silex de cet énorme dépôt, dont l'épaisseur, dans nombre d'endroits, s'élève jusqu'à plusieurs toises, n'aient fait autrefois partie de vastes bancs de craie, dans lesquel ils étoient renfermés. Ces bancs ont donc été détruits, et les silex qu'ils renfermoient, mis à nud auront, ensuite été transportés où nous les voyons aujourd'hui. Ils ne sont pas à la place qu'ils occupoient autrefois; leur séparation par des couches d'argile et de sable, suffit seule pour le démontrer. Mais quelle étoit donc la place qu'ils occupoient? Et qu'est devenue la chaux carbonatée crayeuse qui les renfermoit? D'après la grande analogie qui existe entre le sol totalement crayeux des côtes de la France qui bordent la Manche, presque depuis le Havre jusqu'au delà de Calais, et celui des côtes

opposées de l'Angleterre, depuis le Dorsetshire, dont une partie, ainsi qu'une partie du Wiltshire, est crayeux, jusqu'au delà du comté de Kent, ne paroitroit-il pas d'une probabilité presque équivalente à la certitude, que l'Angleterre n'ayant pas toujours été ainsi séparée du Continent, cette partie, qui étoit alors un des points les plus bas du système des montagnes calcaires voisines, étoit primitivement occupée par un dépôt de craie? Ce dépôt offrant à l'action des eaux fort peu de résistence, par le peu de liaison qui existoit entre ses parties, aura ensuite été détruit par l'action d'un courant. Les silex auront alors été mis à nud, et la partie crayeuse entrainée dans la vaste étendue des mers. Ces mêmes silex auront ensuite été chariés sur les plages adjacentes, soit par d'autres courants, soit simplement par les marées, et accumulés ainsi qu'on l'observe aujourd'hui. Ce fait intéressant, sur lequel ce que je viens de dire n'est qu'un simple coup d'œil, a sans doute frappé avant moi plusieurs des minéralogistes qui ont été à portée de l'observer, et qui l'auront envisagé de la même manière; aussi nai-je nullement la prétention d'avoir, par lui, fait la découverte d'un fait neuf, mon objet seul a été d'en constater l'existence, dans un ouvrage de minéralogie destiné à aider le plus possible les personnes qui veulent se livrer à l'étude de cette science. Mon but, dans cet ouvrage, en l'étendant audelà de la simple partie descriptive de la minéralogie, est de les mettre en état de reconnoître, par eux mêmes, les différents faits dont l'ensemble pourra peut être un jour nous permettre d'établir les éléments nécessaires à la confection de la minéralogie géologique de notre globe, à l'égard de laquelle les faits ainsi que les observations sont encore loin d'être suffisants.

Quelquefois, et cela principalement vers ses limites, la craie est mélangée de parties de chaux carbonatée à l'état cristallin; alors cette pierre a une dureté plus considérable: j'en ai vu d'assez fréquents exemples, dans les grandes masses de chaux carbonatée crayeuse de champagne. J'ai déjà observé que, parmi les variétés de pierre calcaire oolite, dans lesquelles le centre des grains est occupé par un noyau terreux, il en existe une dans laquelle ce noyau est à l'état de

craie : les pierres oolites que j'ai observées, appartenant à cette variété venoient toutes des masses de pierres calcaires peu écartées de celles de craie : telles sont celles que j'ai observées dans les pierres calcaires de champagne, peu éloignées des limites de la craie, ainsi que celles qui existent dans les environs de Bath, en Angleterre, peu écartées de la partie crayeuse du Wiltshire.

Les grès qui sont dans le voisinage des craies, se mélangent aussi assez souvent avec quelques-unes de leurs parties ; plusieurs des grès du Dorsetshire en fournissent des exemples.

Tout dépôt de parties extrêmement divisées et produites par une désintégration incomplette de la chaux carbonatée non crayeuse, mais qui n'ont pas été amenées à l'état de molécules intégrantes, donne une substance analogue à la craie. Ces dépôts qui, lorsqu'ils se sont faits dans les fentes et autres cavités offertes par les montagnes, y constituent des masses spongieuses et nageant quelques instants sur l'eau avant de s'y précipiter, portent le nom *d'agaric minéral*, *lait de montagne*, &c. Cette substance est fréquemment d'un beau blanc ; souvent aussi elle est grisâtre et même jaunâtre : elle est alors assez habituellement mélangée avec de l'argile martiale. Quelquefois aussi cette même substance est pulvérulente, et sans aucune consistance quelconque ; elle est alors connue sous le nom de *farine fossile*, qu'il faut soigneusement distinguer du gypse pulvérulent, auquel on donne quelquefois le même nom.

Les masses de craie n'ont pas à beaucoup près, une existence aussi multipliée que celle de la pierre calcaire coquillière. La France et l'Angleterre paroissent être les deux pays de l'Europe, où cette variété de la chaux carbonatée se montre en plus grande abondance, et forme les couches les plus étendues. Elle ne paroit pas exister de même en couches ayant quelque suite, en Allemagne. Mr. G. L. de Luc dit que, près de Lunebourg, il en existe une petite éminence qui renferme des échinites à noyaux siliceux, *Journal de Phisique*, *vol.* 52, *p.* 206. Il dit aussi que, dans les couches de Sable des Bruyères de la Westphalie, on trouve des noyaux d'échinite et des madrépores siliceux, dont quelques-uns conservent des vestiges de la

craie dans laquelle ils étoient renfermés : ce qui sembleroit indiquer la destruction d'un ancien dépôt de cette substance.

On trouve de la craie en Pologne, et dans diverses autres parties de l'Europe. Mais la situation la plus particulière, et en même temps la plus intéressante de cette substance, est celle qui appartient à la craie qui se montre en Irlande sur la côte d'Antrim, où elle forme des lits dont l'ensemble présente une épaisseur considérable, et entre lesquels sont placées des couches de silex espacés les uns des autres. Le basalte, souvent colonnaire, si connu de cette côte, repose dans cet endroit directement sur cette craie. Ce fait très-capital pour l'étude de cette dernière substance, est beaucoup plus en faveur de sa formation par l'intermède du feu, qu'il ne paroit le présenter au premier aspect.

PIERRE CALCAIRE

MÉLANGÉE DE PLUS D'ARGILE QUE N'EN RENFERME CELLE COMMUNE, MARNE.

Mergel, des Allemands. *Marl*, des Anglais.

Dès que la chaux carbonatée pierreuse est mélangée d'une dose un peu considérable d'argile, elle appartient à cette variété. Il n'est aucune des substances pierreuses mélangées, dans lesquelles celle qui se mélange soit dosée d'une manière plus variée que l'argile l'est dans la marne : on trouve en effet des pierres calcaires argileuses, dans lesquelles l'argile, toujours cependant en plus grande proportion que dans la pierre calcaire ordinaire, est plus ou moins dominée par la chaux carbonatée, ou la domine elle même plus ou moins. Comme il est nécessaire que l'expression dont on se sert, pour désigner une substance, soit précise, je crois qu'il est utile d'employer différentes expressions pour désigner les différentes variétés de la marne: en donnant, par exemple, le nom de *marne calcaire*, à celle dans laquelle la chaux carbonatée domine; celui de *marne mitoyenne*, à celle dans laquelle la chaux carbonatée et l'argile sont en doses égales ou à peu près égales; et enfin celui de *marne argileuse*, à celle où l'argile domine.

Cette variété de la chaux carbonatée est, soit à l'état solide ou pierreux, soit à l'état terreux; ce qui donne naissance à deux sous-divisions. Dans la marne pierreuse, la substance propre de la pierre appartient essentiellement à la pierre calcaire: ce sont les parties cristallines de la chaux carbonatée qui en forment le ciment, et lui donnent de la solidité; ce qui force de considérer cette substance comme appartenant à une variété de la chaux carbonatée, et non comme étant une variété de l'argile.

Dans la marne terreuse, aucune partie des terres, soit calcaires, soit argileuses n'est à l'état cristallin; toutes étoient à l'état de simple division lorsqu'elles se sont précipitées: aussi n'ont-elles entre elles qu'une adhésion très-foible; ce qui donne à la masse une texture totalement terreuse. Ces, marnes peuvent être considérées comme des terres calcaires mélangées d'argile, ou comme des argiles mélangées de terre calcaire; mais l'ordre méthodique les place naturellement à la suite des marnes pierreuses, comme variétés de la chaux carbonatée.

Dans les deux divisions principales de la pierre calcaire argileuse ou des marnes, qui sont celles à l'état pierreux et à celui terreux, chacune d'elles ayant une origine et une époque de formation différente, nous nous occuperons séparément des variétés qu'elle présente.

La marne pierreuse montre à peu près les mêmes variétés que la pierre calcaire. Dans quelques-unes d'elles, les parties cristallines de la chaux carbonatée qui servent de ciment, soit aux parties argileuses, soit même aux parties de chaux carbonatée à l'état de simple division, sont sensibles, souvent à la vue simple, mais toujours avec le secours de la loupe. Dans d'autres, la loupe même ne peut appercevoir aucune de ces partie, vu la grande finesse du grain de la pierre: ces marnes sont alors analogues à la chaux carbonatée compacte; leur grain a même quelque chose de plus fin et de plus serré: elles diffèrent cependant de cette chaux carbonatée, en ce que cette dernière laisse souvent appercevoir, sur ses bords, une sorte de demi-transparence, au lieu que les *marnes pierreuses compactes* sont toujours complettement opaques. Cette différence paroit provenir de la grande quantité d'argile qu'elles renferment; aussi appartiennent-elles assez généralement à la marne argileuse. On sent qu'entre cette variété et celle dans laquelle les parties de chaux carbonatée cristalline sont sensibles à la vue simple, il y a nombre de variétés intermédiaires, qui présentent toutes quelques différences, quant à leur aspect extérieur. La marne pierreuse, et principalement celle dans laquelle l'argile domine, est bien souvent aussi en couches très-minces, placées

en recouvrement les unes sur les autres : elle est alors désignée sous le nom de pierre *marneuse schisteuse*.

L'Italie est bien certainement un des pays où l'on a observé les plus jolies variétés de cette *marne pierreuse compacte*. Les collines qui s'élévent sur les rives de l'Arno, en fournissent un grand nombre: c'est parmi elles que se trouve celle connue sous le nom de *marbre de Florence*. Cette variété renferme sur un fond d'un gris, quelquefois un peu bleuâtre, et d'autres fois nuancé de diverses teintes plus au moins foncées de cette même couleur, des taches d'un jaune brun ocreux, de diverses nuances, qui offrent l'aspect, souvent aussi exact que pourroit l'être le dessin lui-même, de villes et de chateaux ruinés : les différentes teintes de gris et de gris bleuâtre du fond de la pierre, réprésentent assez bien l'effet du ciel. Cette pierre est assez généralement connue sous le nom de *pierre de ruine*. D'autres de ces pierres, moins argileuses que les précédentes, sont d'un jaune ocreux très-agréable, sur lequel se dessinent en noir, des dendrites représentant des arbres, des buissons, &c. et qui, ainsi que les parties d'un brun jaunâtre, dessinant des ruines dans la variété précédente, pénétrent la pierre à une assez grande profondeur. Les pierres qui appartiennent à ces deux variétés, montrent un grand nombre de petites fentes et de fissures, produites par un léger retrait éprouvé par la masse, et par lesquelles on sent que la substance colorante, qui appartient au fer est entrée. Messieurs de Dolomieux et Patrin, le premier, dans le Journal des Mines du Mois d'Octobre 1793, et le second, à l'article même de cette substance, dans le Nouveau Dictionaire d'Histoire Naturelle, ont cherché à rendre raison de la manière dont la nature peut s'y être prise, pour tracer ces dessins agréables sur les marnes dont nous venons de parler, et leurs explications sont très-ingénieuses.

D'autres de ces marnes des rives de l'Arno, sont d'un jaune brun très-foncé, et leur substance est parsemée de différentes taches brunes, fréquemment accompagnées de dendrites. Ces pierres, qui se montrent souvent en cailloux roulés, soit dans la rivière même, soit sur ses bords, représentent assez bien dans leur intérieur, lorsqu'elles

sont cassées, l'aspect du cailloux d'Egypte, pour lequel elles seroient d'autant plus facilement prises, au premier aspect, que quelques-unes d'entre elles montrent des couches concentriques assez bien indiquées.

Il existe, en Angleterre, à Cottam, près de Bristol, une autre très-jolie variété de cette marne pierreuse compacte. Cette pierre a, sur un fond d'un gris bleuâtre analogue à celui de la pierre de ruine, des taches brunes, qui représentent assez grossièrement de grands arbres, des amas de buissons, et même quelquefois aussi des ruines. Elle est sensiblement composée d'un grand nombre de petites couches parallèles, et, si l'on examine avec la loupe les parties brunes qui forment le dessein, ces parties se montrent être des concrétions marneuses mamelonnées et en groupes, semblables à celles qu'on trouve beaucoup plus en grand, dans les environs de Pise, et qu'on rencontre aussi dans plusieurs autres endroits: de sorte que cette marne pierreuse a sensiblement eu deux formations différentes, dont la seconde a recouvert, et renfermé dans sa substance, les concrétions dues à la première.

La marne pierreuse existe dans la plupart des terreins occupés par la pierre calcaire; mais ses couches sont beaucoup plus multipliées, dans les chaînes de montagnes écartées de celles primitives, que dans celles qui en sont le plus rapprochées. Ses couches se montrent fréquemment superposées sur les dernières de celles de la pierre calcaire; et d'autres fois s'interposent entre les siennes, ainsi que le fait, fort souvent aussi, l'argile pure, et même quelquefois le sable. Elles se montrent fréquemment aussi interposées entre les couches de chaux sulfatée, et quelquefois placées directement sur les couches de grès. Elle est sujette, de même que la pierre calcaire dans laquelle elle se rencontre, à être mélangée de coquilles. Les couches qu'elle forme sont ordinairement minces, et placées plusieurs les unes sur les autres. Quelquefois aussi cette marne forme à elle seule de petites collines peu élevées. Il est très-commun d'y rencontrer des poissons fossiles ainsi que diverses parties de plantes, et même souvent des os fossiles, et cela principalement dans celle qui

est schisteuse; mais, lorsque cela arrive, ce sont assez ordinairement les dernières couches, celles les plus voisines de la surface du terrein, qui les renferment. Il est peu de cabinets qui ne possèdent des morceaux de marne avec empreintes de poissons du mont Bolca près de Vérone, dans les couches marneuses duquel les espèces sont extrêmement variées. Il s'en est trouvé de même, et toujours placées dans les couches supérieures, dans celles marneuses schisteuses de Pappenheim, en Franconie, et dans celles des environs d'Œningen, sur le Lac de Constance: ces dernières sont accompagnées d'un grand nombre de végétaux. Cette même observation a été faite aussi dans le Vivarais par Mr. Faujas de St. Fond. Les couches de marne interposées entre celles de chaux sulfatée, dans les environs d'Aix en Provence, montrent de même des poissons fossiles, mélangés avec des plantes. Enfin on rencontre aussi quelquefois, dans les couches de marne, des silex arrondis.

La marne pierreuse est souvent en couches peu épaisses ou schisteuses: dans cet etat, ayant été fréquemment mélangée, à l'époque de sa précipitation, de plantes et de poissons, il n'est pas étonnant qu'elle soit souvent bitumineuse: elle est alors *le schiste marno-bitumineux* de Mr. Werner. Telle est la nature de celui qui se montre en Hesse, et dans la Thuringe; aussi y observe-t-on que, parmi le grand nombre de poissons qui s'y montrent, la plupart semblent annoncer, par leur position forcée, qu'ils y ont péri d'une mort violente: cette observation, qui a été faite par Mr. Emmerling et est d'un très-grand intérêt, a été citée aussi par Mr. Brochant, dans son excellent traité de minéralogie, d'après le système de Mr. Werner. Ces poissons avoient par conséquent été saisis vivants par ces depôts marneux, et de leur décomposition, dans le sein même de la marne, a dû en résulter le bitume, qui en a pénétré la masse. Cette marne bitumineuse est très-fréquemment mélangée de cuivre et fer sulfuré jaune, et cela principalement dans ses couches inférieures; ce qui la fait exploiter comme mine de cuivre, et lui fait donner le nom de *schiste cuivreux*.

Par la manière dont les couches de marne pierreuse sont interposées entre celles de la pierre calcaire, il ne peut exister aucun doute que leur formation ne soit contemporaine de celle des pierres calcaires qui forment la masse principale de ces montagnes. Mais pourquoi se rencontre-t-il plus d'argile dans ses couches, qu'il n'en existe dans les couches de pierre calcaire même? par suite, bien certainement, de la même raison qui fait que la pierre calcaire en est toujours, quoique avec moins d'abondance, plus ou moins mélangée; et par suite aussi de la même cause qui a bien souvent interposé, entre ses couches, des lits d'argile pure, et même de sable.

Une des premières observations que le minéralogiste est dans le cas de faire, lorsqu'il étudie la Géologie, est le nombre immense de dépôts argileux et sableux, qu'il rencontre partout dans les plaines, et même dans celles calcaires qui sont écartées des montagnes primitives, ainsi que le mélange, souvent très-considérable, de l'argile avec presque toutes les substances, dont la formation des masses a été postérieure à celle des roches primitives. J'ai déjà dit souvent que la désintégration et la décomposition de la roche primitive des montagnes, et surtout de celles de granit, a joué un très-grand rôle dans la formation des roches dont les montagnes secondaires sont composées. Il n'y a nul doute, ce me semble, que les premières de ces montagnes n'aient été plus élevées qu'elles ne le sont aujourd'hui. On sent très-facilement qu'à l'époque où leur cime a été découverte, par le premier acte de la diminution des eaux, la roche non encore consolidée de ces montagnes, pénétrée du fluide dans lequel elle s'etoit formée, et exposée à l'action destructive de l'air et de ses intempéries, devoit se désintégrer, et ses parties se décomposer très-facilement. Les grandes averses, qui devoient être le résultat de l'évaporation abonndante, que devoit occasionner la masse immense des eaux qui recouvroient encore la presque totalité de la terre, balayant alors les produits de cette désintégration et décomposition, les charioient dans ces mêmes eaux, qui ensuite les transportoient et les déposoient dans les endroits où les divers courants les entrainoient. Mais l'argile, par la finesse de ses parties, ainsi que par suite du mouvement qui

existoit dans les eaux, devoit y rester un certain temps suspendue. Son existence, d'ailleurs, y étoit sans cesse renouvellée, et cela avec d'autant plus d'abondance que les montagnes continuoient à se découvrir d'avantage. Au moment où la pierre calcaire formant les grands dépôts de cette substance a pris naissance, les eaux dans lesquelles elle se precipitoit, étoient chargées d'argile : il n'est donc nullement étonnant qu'elle s'en montre aujourd'hui plus ou moins mélangée ; et que cette argile y soit d'autant plus martiale, que la décomposition du mica, source primitive du fer dans la nature en aura fait partie § 69. Mais d'après ce que je viens de dire, cette argile se renouvelloit successivement, et elle devoit arriver avec plus ou moins d'abondance. Dans le cas où elle y étoit en très-grande quantité elle devoit alors surcharger les produits calcaires qui se précipitoient, changer par là en marne la nature de leurs couches, et quelquefois même y en interposer de presque totalement argileuses. Je ne parle pas des lits de sable qu'on trouve fort souvent aussi interposés entre les couches de la pierre calcaire, ce n'est pas ici la place où il doit en être question ; mais ce qui vient d'être dit, suffit pour s'en rendre facilement raison.

Si l'explication, extrêmement simple, qui vient d'être donnée, de la cause qui a mélangé l'argile dans la pierre calcaire, ainsi que, plus abondamment, dans les couches marneuses interposées, avoit besoin d'être étayée par d'autres faits encore, les feuilles et autres détriments de végétaux qu'on observe dans nombre de ces couches, lui offriroient un nouveau point d'appui.

L'épuisement des parties de chaux carbonatée dans la masse des eaux, où elles donnoient naissance aux masses de pierre calcaire, n'a pas été une raison pour que l'argile en disparût en même temps. Elle a due y exister, tant que les causes qui l'y plaçoient ont existé elles mêmes ; aussi les dernières couches de nombre de montagnes de pierre calcaire, sont-elles très-argileuses, et souvent même au point de ne plus être qu'une véritable marne pierreuse.

La marne terreuse est composée de parties qui n'ont qu'une foible adhérence les unes avec les autres, et que l'action seule de l'ongle

suffit pour détruire; ce qui fait que, quoique ces parties soient moins incohérentes que dans la craie, à raison sans doute de l'humidité dont elles sont toujours plus ou moins pénétrées, comme dans cette substance cependant, lorsqu'on frotte cette marne sur un corps dur, elle y laisse souvent une légère trace, analogue à sa couleur. Mais lorsque cette humidité a été totalement dissipée par une longue exposition à l'air libre, elle se fend, se délite, et finit par se diviser en parties très-fines et tomber en poussière. Elle est très-avide à reprendre l'eau qu'elle a perdue, ce qu'elle fait en répandant un léger bruissement, produit par le déplacement des molécules d'air dont elle s'étoit pénétrée. Elle fait, avec les acides, une effervescence proportionnée à la dose de chaux carbonatée qu'elle renferme. Ses couleurs les plus habituelles sont le blanc grisâtre, le gris bleuâtre et le jaune brun ou rougeâtre plus ou moins foncé; ce qui tient à l'état du fer qu'elle renferme, ainsi qu'à sa plus ou moins grande quantité. Elle est, en effet, bien souvent tellement chargée de l'oxide de ce metal, qu'elle peut alors être considérée comme une véritable mine de fer; ainsi qu'on le verra à l'article de ce métal qui concerne les mines de fer limoneuses. La loupe y fait aussi quelquefois appercevoir des parties de chaux carbonatée à l'état de craie.

La marne terreuse est d'une formation postérieure à celle de la marne pierreuse: aussi ne la rencontre-t-on pas formant de même des couches interposées entre celles de la pierre calcaire. Sa situation la plus ordinaire est sous le sol des plaines et des vallées, et principalement de celles environnées de montagnes de pierre calcaire, et à une proximité plus ou moins grande de ces mêmes montagnes. Elle y a été déposée, soit en forme d'amas plus ou moins considérables, soit en couches horizontales, qui ont quelquefois une grande étendue, mais dans lesquelles n'existe pas la régularité qu'on observe dans les couches de celle pierreuse. Cette formation appartient, soit à la précipitation, à l'état terreux, de la chaux carbonatée et de l'argile, dans les parties basses des plaines et vallées, soit au dépôt, dans ces mêmes plaines et vallées, des parties terreuses dues à la désintégration des couches de marne pierreuse, et entrainées dans les parties basses, par

les divers courants qui pouvoient alors descendre des montagnes. La première de ces marnes terreuses est bien certainement antérieure à la seconde, aussi se trouve-t-elle placée plus profondément au dessous de la surface du terrein: cette profondeur est même quelquefois très-considérable. En général la marne terreuse se trouve rarement près de la surface du sol qui la renferme; elle est souvent recouverte par des lits de sable, de gravier, &c. et même aussi par les couches de la pierre calcaire tertiaire dont j'ai parlé précédemment.

Dans les pays volcaniques, qui sont en même temps calcaires, et dans lesquel a lieu la décomposition de la lave, décomposition très-facile et qui, une fois commencée, continue graduellement dans toute sa masse, l'argile formée par cette décomposition, et répandue dans les cantons voisins par les courants qui y existent maintenant, ou ont pu y exister autrefois, a dû, par son mélange avec les produits de la décomposition de la pierre calcaire, y rendre les marnes terreuses très-communes. Là, cette substance se montre beaucoup plus voisine de la surface du terrein qui, lui même, n'est presque généralement qu'une véritable marne: c'est ce qu'on peut observer dans une grande partie de l'Italie, et ce qui en même temps contribue à la richesse de ce superbe pays.

La propriété qu'a l'argile de s'unir à l'eau, et de la retenir ensuite avec force et longtemps, rend la marne terreuse extrêmement précieuse à l'agriculture. Un des agents les plus nécessaires à la végétation étant l'eau, et l'observation nous faisant reconnoître, tous les jours, que, réunie à l'air, elle peut porter dans les plantes toute la nourriture qui leur est nécessaire pour croître, fleurir et fructifier, la préparation à donner à la terre, doit avoir pour but de la mettre dans le cas de ne pas être trop promptement épuisée de ce principe vivifiant. Le vice des terres trop calcaires, ou trop sablonneuses, est en effet de perdre promptement toute l'humidité qui leur est apportée par les eaux pluviales, et de ne pouvoir fournir alors à la nourriture des plantes qui végètent dans leur sein. Dans ce cas, la marne argileuse, par la propriété qu'elle possède en outre de se diviser d'elle-même en parties très-fines, par l'action seule de l'ath-

mosphère et du temps, peut être mélangée facilement avec les terres arables. Ce mélange, étant fait en dose suffisante, leur sert, pour ainsi dire, de gluten; et, les mettant par là dans le cas de perdre avec moins de facilité toute leur humidité, les rend plus fertiles.

Mais, quoique l'eau soit l'agent principal de la végétation, il existe des plantes qui ne peuvent végéter dans une humidité trop grande, et trop longtemps continuée. Le froment, par exemple, est dans ce cas; il végète d'abord parfaitement bien dans les terreins très-humides, et même dans l'eau pure, en le plantant, soit dans de la mousse, soit dans une éponge imbibée d'eau; mais il jaunit ensuite et finit par périr. Sans doute que, ne pouvant assimiler à sa substance les parties nutritives extraites de l'eau, à mesure qu'elles lui sont apportées, et recevant une nourriture trop abondante et trop longtemps continuée, il se fait, dans ses vaisseaux, des obstructions qui font languir sa végétation, et finissent par l'arrêter tout à fait. Les terres trop argileuses et qui conservent constamment une très-grande humidité, ne peuvent convenir en conséquence à sa culture, surtout si l'athmosphère est naturellement humide, ou le climat pluvieux. Les marnes calcaires alors, en introduisant dans ces terreins des parties sèches, et non susceptibles de conserver l'humidité, le divisent et en font à la longue disparoître la mauvaise qualité. Les terres extrêmement argileuses ont encore un autre défaut, que la marne calcaire peut de même faire disparoître, qui est de se durcir fortement dans les longues sécheresses, et d'éprouver alors un retrait qui les fait se fendre, suivant différentes directions, ce qui, d'un côté, empêche les plantes de pouvoir se développer dans leur sein, et de l'autre, met leurs racines à découvert et les fait périr. On sent qu'à défaut de marne calcaire dans les terres trop fortement argileuses, le sable peut être employé avec un semblable avantage.

C'est sur cette division des terres par des parties étrangères qui interrompent la trop forte adhésion des siennes, si ces terres sont trop argileuses, et qui au contraire les rapprochent, si elles le sont trop peu, que repose la théorie des engrais. C'est aussi sur cette division qu'est appuyée la fertilité extrême des terreins situés à

la proximité des volcans, soit actuellement en action, soit éteints depuis longtemps: ces terreins étant en plus grand partie formés par le transport du produit de la décomposition de la lave. En effet, cette décomposition, qui ne donne guère qu'un cinquième d'argile, le reste appartenant à la silice et au fer oxidé, joints quelquefois à quelques parties de chaux, offre le mélange le plus convenable à la végétation, une terre meuble, mais non sèche et aride; et que quelque parties de laves à l'état vitreux, et non décomposées, tendent encore à diviser.

La marne pierreuse pourroit servir, ainsi que celle terreuse, au marnage des terres; mais ne s'exfoliant pas de même à l'air libre, elle demanderoit à être préalablement pulvérisée; ce qui en rendroit l'emploi très-onéreux, et infiniment moins avantageux à l'agriculture.

On rencontre souvent la marne terreuse jusque dans les filons, où quelquefois même elle forme de nouveaux mélanges. Il est très-facile de concevoir que le liquide qui y a pénétré, et y a déposé, pour l'ordinaire à l'état cristallin, les substances qui s'y montrent aujourd'hui, pouvoit très-bien être chargé en même temps de parties, à l'état de simple division, tant d'argile que de chaux carbonatée. C'est dans de pareils dépôts, qui bien souvent sont totalement argileux, que se rencontrent fréquemment les cristaux isolés les plus parfaits des diverses substances minérales, tant pierreuses que métalliques. Comme tout tend à démontrer que le remplissage des filons n'a pas toujours eu lieu, soit à la même époque, soit par des substances toujours exactement semblables, il a très-bien pu se faire que, lors de sa déposition, la marne terreuse ait pénétré dans les cavités laissées par la décomposition de diverses substances cristallines, telles que, par exemple, des pyrites martiales, et s'y soit moulée. C'est probablement là la cause des cristaux octaèdres de marne, cités par divers auteurs, et entre autre par le Baron de Born, dans le catalogue de M[lle] Eléonore de Raab; et qu'il dit se trouver dans un filon de cuivre et fer sulfuré jaune à Herrengrund en basse Hongrie: ce sont probablement les vides laissés

par la décomposition des cristaux octaèdres de ce minèrai, qui auront servi de moules à la marne.

Ludus Helmontii. La grande quantité d'argile que renferme fréquemment la marne, jointe à la propriété qu'à cette terre de se laisser pénétrer par l'eau, en occupant alors un volume plus considérable, fait que, lorsqu'elle est soumise à un desséchement un peu précipité, elle éprouve un retrait qui la fait se fendre suivant différentes directions, et souvent même alors prendre une dureté assez considérable. Communément l'effort que produit ce retrait, se faisant suivant des directions semblables, dans une certaine étendue des masses de marne, les fentes auxquelles il donne naissance, ont une direction parallèle, ou à peu près parallèle entre elles, et divisent la substance en prismes, soit tétraèdres, soit pentaèdres, soit hexaèdres. La cause qui produit ce retrait agissant en outre de la même manière sur toutes les parties de la masse, lorsqu'elle est identique ou à peu près identique tous ces prismes sont d'une dimension presque égale entre eux. Ce fait a fort souvent eu lieu dans les grandes masses, et alors le desséchement s'étant, nécessairement fait lentement, et sous compression, les fentes sont fort petites, et souvent même presque insensibles; mais elles sont alors fréquemment indiquées par la tendance que la plupart des marnes, soit pierreuses, soit schisteuses, soit terreuses, ont à se diviser en prismes parallèles les uns aux autres, et presque toujours d'un même nombre de côtés, dans une certaine étendue des mêmes masses. Il est je pense inutile de dire ici, que ces retraits particuliers, affectés par les pierres marneuses et argileuses, sont parfaitement indépendants, et n'ont absolument aucun rapport aux retraits qu'ont éprouvé les grands masses pierreuses, à l'époque qui a suivi celle où elles ont été découvertes par les eaux; mais elles peuvent cependant servir, à quelques égards, à l'explication de la grande opération de la nature qui a donné naissance aux fentes et filons. Il existe telles montagnes coupées par des filons qui, si leurs traits cessoient d'être aussi colossals, se présenteroient à nos yeux sous un aspect peut-être très-rapproché de celui des ludus dont nous allons nous occuper. Mais auparavant je crois

devoir citer un fait, qui peut servir à aider l'explication très-difficile de leur formation.

Les circonstances m'ayant conduit, dans l'été de 1792, sur les bords de la Moselle, entre Trèves et Coblentz, cette rivière, qui coule dans un pays argileux et calcaire, avoit alors une grande partie de son lit à sec. Il étoit recouvert par de la marne, à laquelle le desséchement avoit occasionné un retrait général, qui formoit cependant un grand nombre de systèmes particuliers dans lesquels le retrait partoit du centre même du système, et en divisoit toute l'aire en petits prismes trapézoidaux: on sait que la vase sortie des mares et des fossés, est sujette à éprouver le même retrait par le desséchement. Dans d'autres des parties du sol mis à sec de cette rivière, il existoit, espacés les uns des autres, de petits corps orbiculaires applatis, appartenant à la même marne, et dont l'épaisseur avoit à peu près la moitié du diamètre de leur largeur. Ces petits corps adhéroient à la marne qui reposoit directement sur le sol, par une partie de leurs bases, et plusieurs d'eux avoient, sur leur surface, des stries plus ou moins saillantes, parallèles à la circonférence de leur plus grand cercle, ainsi que cela auroit existé si elles avoient été le produit d'un travail fait sur le tour. Nul doute, que le mouvement des eaux n'ait contribué à la formation de ces petits corps, qui pouvoient avoir depuis six lignes jusqu'à un pouce de diamètre; mais le comment de cette formation est resté une énigme pour moi.

Ce travail, opéré par les eaux, quelqu'en soit le mode, et observé ici en petit, paroît avoir été fait en grand par la nature. On trouve en effet quelquefois, entre les couches de marne, d'antres couches qui ne sont presque occupées que par des corps orbiculaires absolument semblables à ceux qui viennent d'être d'écrits: ils y sont placés sur un même niveau, tantôt à côté les uns des autres, mais d'autres fois séparés par plus ou moins de distance. Ces corps, qui ont depuis six jusqu'à 18 pouces et même plus de diamètre, sont en général d'une grandeur presque uniforme dans la même couche : mais ce qu'ils montrent de très-particulier, c'est, qu'étant cassés par leur milieu et suivant leur plus grand diamètre, ils laissent voir que leur intérieur est entière-

ment composé de petits prismes, soit tetraèdres, soit pentaèdres, &c. espacés les uns des autres dans toute l'étendue de leur circonférence, et dont les interstices sont occupés par une substance étrangère, à l'état cristallin, qui le plus fréquemment appartient à la chaux carbonatée ; mais qui quelquefois aussi appartient, soit à du quartz, soit à la chaux sulfatée, soit même aussi à la baryte, ainsi qu'à la stronthiane sulfatée. Ces corps marneux sont quelquefois de la même nature que les couches de marne entre lesquelles ils sont placés, mais souvent aussi ils sont beaucoup plus chargés de fer, au point même de pouvoir être exploités avec bénéfice pour ce métal. Ils sont généralement connus sous le nom de *septarium* ou de *ludus Helmontii*; Van Helmont étant un des premiers observateurs qui en ait parlé.

Il ne peut, ce me semble, exister aucun doute, que la division intérieure que montrent ces corps orbiculaires, ne soit l'effet du retrait qui y a été éprouvé par la marne qui occupoit cet intérieur, et tout, dans ces ludus, indique que ce retrait a été opéré par un mouvement qui s'est porté du centre à la circonférence ; mais ils n'en présentent pas moins de grandes difficultés à l'explication. La surface de ces corps globuleux ne montre pour l'ordinaire, et cela sur une épaisseur souvent assez considérable, aucune trace quelconque du retrait qu'a éprouvé l'intérieur, et est parfaitement unie. Ce retrait s'est donc arrêté à une distance plus ou moins grande de cette surface, qui souvent présente en outre quelque différence d'avec la partie extérieure ; comme, par exemple, d'être beaucoup moins martiale. Qu'est-ce qui peut avoir ainsi arrêté à cette partie, voisine de la surface, l'action du retrait ? est-ce le simple effet d'une différence dans la densité : on verra, à l'article des géodes, que cela paroit être probable. Ce n'est pas là la seule difficulté. La surface de ces corps orbiculaires ne partageant pas le fendillement éprouvé dans l'intérieur par le retrait, comment a pu s'introduire, dans cet intérieur, la substance cristalline qui en a rempli les interstices ? il existoit donc une communication ouverte avec cet intérieur, quoique ces ludus n'en laissent plus appercevoir aucune trace. Seroit-ce par pénétration à travers la couche extérieure ? dans ce cas, elle auroit dû elle-même se péné-

trer de la même substance, et cette pénétration augmentant encore sa densité, seroit peut-être la cause de la facilité avec laquelle, dans nombre de ces ludus, cette couche supérieure se détache de la partie cloisonnée de l'intérieur : cette séparation est même si facile, dans quelques-uns d'eux, qu'il sembleroit qu'un léger retrait, éprouvé peut être même postérieurement, avoit déjà opéré une séparation au moins partielle de cette partie d'avec celle cloisonnée. Quelques naturalistes, frappés par les difficultés que présentent à l'explication tous les faits particuliers offerts par les ludus, ont cherché à faire disparoître ces difficultés, en les considérant comme dépendant d'une organisation intérieure, analogue en quelque sorte à celle propre aux corps organisés. Mais il me semble que cette méthode, qui tranche la difficulté sans la résoudre, repose sur un fait absolument contraire à tout ce que l'observation a pu nous apprendre jusqu'ici.

Ces corps orbiculaires ne sont cependant pas toujours cloisonnés dans leur intérieur et ceux que j'ai dit avoir observé dans le lit de la Moselle en sont un exemple ; mais, en général, ces derniers sont moins communs que ceux cloisonnés, et toujours plus petits. Quelquefois aussi ces concrétions marneuses ont une forme cylindrique allongée il en existe, par exemple, de ce genre dans les environs de Castres en France, dans lesquels la substance marneuse a souvent son axe occupé par un petit cylindre de chaux carbonatée lamelleuse : ces concrétions portent alors le nom de *priapolites*.

L'Angleterre offre dans les ludus, qui y sont assez communs, plusieurs variétés très-intéressantes. On trouve, dans l'Isle de Shepey, de ces ludus marneux d'un volume très-considérable, et dont les interstices qui existent entre les divisions prismatiques, sont souvent très-grands aussi. Quelques-uns d'eux sont totalement remplis par de la chaux carbonatée cristallisée ; dans d'autres, on trouve des mamelons attachés contre les parois des prismes, et souvent assez volumineux, de baryte sulfatée à fibres divergentes autour d'un même centre, et dont les fibres sont autant de cristaux en prismes tétraèdres rhomboïdaux très-alongés, appartenant aux variétés fig. 53 et 55. pl. iii. de la cristallographie de Romé de Lisle, et fig. 121 et 124. pl. xxxvi. du Traité de Minéralogie de Mr. l'Abbé Haüy.

On rencontre, dans le Derbyshire, des ludus d'un diamètre souvent considérable, d'une marne, soit d'un gris sale, soit d'un gris bleuâtre, dont l'intérieur est divisé en petits prismes tétraèdres ou pentaèdres, ayant leurs parois recouvertes par de la chaux carbonatée cristallisée. Parmi ces ludus, j'en ai vu dont les colonnes avoient jusqu'à un pouce et plus de côté, et présentoient d'autant plus parfaitement l'aspect offert par un groupe de colonnes de basalte, qu'ainsi qu'il arrive fréquemment à ces dernières, elles étoient articulées. En effet, le retrait ayant eu lieu aussi du bas en haut, chacune d'elles étoit divisée transversalement, et les divisions placées à peu près à la même hauteur, et cela de manière que l'extrémité d'une des parties de chaque colonne, présentoit une surface arrondie, qui étoit reçue dans une petite cavité de même forme et de même diamètre, offerte par l'extrémité de l'autre partie. La chaux carbonatée cristalline s'étoit de même introduite dans les interstices que présentoient ces divisions transversales. J'ai fait passer un de ces ludus à l'Académie Impériale de St. Pétersbourg.

Il existe aussi, en Ecosse, des ludus à peu près semblables, mais dont la substance contient fort peu de chaux carbonatée, et est même véritable minérai de fer, exploité sous ce rapport.

Mais la variété la plus singulière est celle qui existe dans le comté de Durham. Là, une marne terreuse, d'un gris plus ou moins foncé, a été divisée par le retrait en petites parties hexaèdres, toutes à peu près de la même grandeur, et les interstices, qui sont très-étroits, remplis par du quartz. Il est très-fréquent de trouver de ces ludus, dont la partie marneuse s'étant dégagée a laissé des vides de la même forme hexaèdre que les prismes, et dont les parois appartiennent au quartz qui avoit rempli les interstices. Ces vides ressemblent quelquefois assez parfaitement, tant pour la forme, que pour la grandeur, à des alvéoles d'abeilles.

On trouve de même des ludus dans différents cantons, soit de la France, soit de l'Allemagne: à Dieulouart, en Lorraine, il en existe d'assez semblables à ceux du Derbyshire.

Géodes marneuses. Ces géodes sont des cavités de formes différentes, souvent fendillées dans les parois intérieures de la partie solide qui leur sert d'enveloppe, et souvent aussi ayant la surface intérieure de ces mêmes parois garnie de cristaux de substances etrangères qui appartiennent le plus communément, soit au quartz, soit à la chaux carbonatée ; cette dernière étant fréquemment chargée de fer, et à l'état de chaux carbonatée martiale, ou même de fer spathique : il s'y rencontre quelquefois aussi des cristaux de baryte sulfatée, et même aussi de chaux sulfatée. Ces petites cavités sont extrêmement communes, soit dans les marnes, soit même simplement dans les pierres calcaires très-argileuses. Elles sont ou disséminées çà et là, dans ces substances, ou, ce qui arrive très-fréquemment, placées à quelque distance les unes des autres, mais sur un même niveau, ou dans une même couche : et comme leurs parois sont ordinairement d'une texture plus compacte que la pierre qui les renferme, elles forment de petites masses caverneuses, qui se séparent facilement de cette pierre. Il existe de ces cavités géodiques dans nombre de roches de natures différentes, et même jusque dans les filons ; mais nous ne nous occuperons ici que de celles qu'on trouve soit dans les marnes, soit dans les pierres calcaires.

Quelques-unes des cavités de ces géodes paroissent être dues à un noyau pyriteux qui s'est décomposé ; ce qui, par la chaleur qui résulte toujours de cette décomposition lorsqu'elle a lieu par la voie humide, aura sans doute occasionné, dans la partie de la roche dans laquelle ces pyrites étoient renfermées, et qui étoit adjacente à elles, le retrait, souvent irrégulier que ces gêodes présentent. On y rencontre très-fréquemment dans ce cas parmi les cristaux, soit de quartz, soit de chaux carbonatée qu'elles renferment, des cristaux de la dernière de ces deux substances à l'état de spath perlé, et même souvent de l'oxide de fer à nud, et en plus ou moins grande quantité. Telle paroîtroit devoir être l'origine d'une partie des géodes de Meylan et de Rémusat en Dauphiné.

D'autres, paroissent avoir eues pour origine des animaux marins, qui ayant été renfermés dans les masses pierreuses ou terreuses, s'y

seront décomposés, et y auront laissé un vide, en pénétrant de bitume les parois. Dans ce cas, la partie calcaréo-argileuse qui sert d'enveloppe à ces géodes, répand, par le frottement, une odeur bitumineuse plus ou moins forte, qui dépose en faveur de cette origine: parmi les géodes de Meylan, j'en ai quelquefois observé qui étoient dans ce cas; plusieurs d'entre elles renfermoient encore de l'eau, dont l'odeur étoit aussi très-bitumineuse et désagréable: on sent que la présence des pyrites peut aussi s'y rencontrer.

Plusieurs paroissent avoir eu pour causes des coquilles ou madrépores qui en occupoient le centre, et qui se seront ensuite désintégrées ou décomposées. J'en ai rencontré souvent qui paroissoient devoir avoir eu cette première origine, et Mr. G. A. Deluc, dans un mémoire inséré dans le Journal de Physique de Novembre 1796, dit avoir eu des preuves, non douteuses, que les géodes quartzeuses des roches calcaires du Jura, dans le voisinage de St. Glaude et de Chérisy, doivent leurs cavités à des madrépores et fragments de madrépores détruits. On doit, je pense, attribuer la même origine, aux géodes à enveloppes de silex mélangé de chaux carbonatée, et séparées de la cavité par une couche plus ou moins épaisse parallèle à la partie siliceuse, et de la même nature que la pierre dans laquelle les géodes sont renfermées, mais cependant mélangée fort souvent aussi de parties siliceuses, telles qu'une grande partie de celles des roches calcaires de Couson, près de Lyon.

Il existe encore une autre formation des géodes, par l'action seule d'un simple retrait par dessication. J'ai été une fois à même de l'observer d'une manière très-satisfaisante, au moyen d'une section qui venoit d'être faite dans une couche de marne terreuse, placée sur le coteau de St. Cyr près de Lyon. Cette couche renfermoit un très-grand nombre de corps marneux qui, étant cassés, offroient, dans leur intérieur, une cavité dont les parois étoient intérieurement fendillées, et, quoique à l'état de marne terreuse, avoient cependant plus de compacité et de solidité que celle à laquelle appartenoit la couche qui les renfermoit. Il étoit impossible de ne pas y reconnoître l'action du retrait, fait du centre de ces parties marneuses à leur cir-

conférence, et auquel elles devoient en même temps l'accroissement de leur compacité. Dans toutes ces géodes la cavité intérieure étoit parfaitement vide.

Je ne me suis occupé que de la formation de la cavité intérieure des géodes, parceque tout annonce que les cristaux qui en garnissent les parois, sont étrangers à cette formation, et y sont le produit de la pénétration, dans ces mêmes cavités, d'un fluide qui tenoit ces mêmes substances à l'état de solution. Il existe même telles circonstances, qui prouvent que la communication étant plus ouverte et plus libre, dans quelques-unes de ces mêmes cavités, a permi, non seulement au fluide d'y pénétrer avec les molécules des substances qui y étoient à l'état de solution, mais encore avec celles qu'il entraînoit avec lui à l'état de simple division : c'est ce que démontrent les géodes des roches calcaires de Vougy, près de Roanne en France, dont toutes les parois intérieures des cavités sont fréquemment recouvertes par une couche, quelquefois très-épaisse, de manganèse oxidée hématiforme, et souvent même pulvérulente, sur laquelle sont placés de fort beaux cristaux de chaux carbonatée.

CHAUX CARBONATÉE QUARTZEUSE.

Chaux Carbonatée Quartzifère, Haüy. *Conite*, Schumacker. *Tafelspath*, Stutz.

La chaux carbonatée mélangée de quartz est très-commune dans les variétés, soit grenues, soit lamelleuses, qui forment des couches, tant dans le gneiss, que dans les autres roches feuilletées primitives. Elle est très commune aussi dans la chaux carbonatée qui se montre formant, soit des masses plus ou moins volumineuses, soit des couches, dans les roches primitives secondaires. On en rencontre de fréquents exemples dans les Alpes, ainsi que que dans les Pyrénées, dans la chaîne des montagnes Ouraliques, &c. &c. Dans la variété de chaux carbonatée de Glenorchy, en Ecosse, que j'ai déja citée, à l'article de celle en masse lamelleuse, et qui est formée de petites couches alternant avec des couches de quartz micacé feuilleté, on observe des couches plus considérables d'un beau blanc, et qui ne sont composées que d'un mélange de chaux carbonatée lamelleuse à lames courtes et de quartz: ce dernier s'y distinguant facilement à la vue simple. Il en est de même de la chaux carbonatée lamelleuse noire de Bunawe, aussi en Ecosse, et citée dans le même article; elle est de même traversée par des veines de chaux carbonatée blanche, mélangée de beaucoup de parties de quartz, sensibles aussi à la vue simple. Les couches de chaux carbonatée qui, à Inverary, dans l'Argyleshire, pareillement en Ecosse, alternent fréquemment avec des couches de gneiss et, souvent aussi, de porphire, sont de même très-communément mélangées de quartz.

Mais la chaux carbonatée qui accompagne les roches primitives, n'est pas la seule qui soit dans le cas de se montrer ainsi mélangée de quartz; la chaux carbonatée grossière, et même celle coquillière, montre quelquefois le même mélange. Mais celle de ses variétés

dans laquelle cette observation peut être faite le plus fréquemment, est celle compacte.

Bien souvent le quartz mélangé n'est qu'en fort petite quantité dans la chaux carbonatée ; mais quelquefois cependant il y est en dose assez considérable. Le plus communément ses parties sont assez grossières pour être apperçues à la vue simple ; mais d'autres fois elles sont si fines, que la loupe même ne peut les discerner ; dans ce cas, le briquet les met à découvert, par les étincelles que ces pierres donnent, étant frappées par lui. Cette observation faite par plusieurs minéralogistes sur des chaux carbonatées compactes, a fait dire à quelques-uns d'entre eux, qu'il existoit des variétés de cette pierre, auxquelles le rapprochement des parties, et la compacité qui en résultoit, donnoit assez de dureté, pour les mettre dans le cas de donner des étincelles, étant frappées avec le briquet ; mais je crois que c'est une erreur.

C'est parmi les variétés de chaux carbonatée compactes mélangées de quartz, que doit être placée celle d'Islande et de Suède à laquelle Mr. Schumacher à donné le nom de *conite*. Le quartz, qui y est en assez grande abondance, y est bien souvent insensible à la vue simple ; on parvient cependant, sur quelques morceaux, à en discerner les parties avec la loupe, et même quelquefois sans elle. Sa cassure est absolument la même que celle propre à la chaux carbonatée compacte, et est par conséquent quelquefois légèrement conchoïdale.

Une des variétés les plus intéressantes de la chaux carbonatée quartzeuse, est bien certainement celle connue sous le nom de *grès de Fontainbleau*, du lieu dans les environs duquel elle se rencontre principalement. Cette substance s'y montre, soit en masse, soit mamelonnée et en grappes, ainsi que le fait le silex dans les craies et pierres calcaires, soit enfin en rhomboïdes parfaitement déterminés et très-réguliers, qui appartiennent à celui muriatique, ou inverse de la chaux carbonatée. Cette variété n'est en effet que la réunion, par une chaux carbonatée cristallisée, de grains appartenant à un sable quartzeux, et qui, d'après l'analyse qui en a été faite par Mr. Sage, en forme souvent jusqu'aux deux tiers de la masse. La pro-

priété que possède cette substance, qui est conséquemment un véritable grès, de se montrer sous une des formes rhomboïdales particulières à la chaux carbonatée, fait voir que le quartz y est simplement interposé. Ce fait mérite de fixer un instant l'attention sur lui.

Comme la plupart des grès, il parait que celui de Fontainebleau doit son existence à un amas de sable quartzeux préexistant, dans lequel s'est infiltrée une eau chargée des molécules intégrantes de la chaux carbonatée à l'état de solution qui, en se rapprochant et cristallisant, ont servi de ciment aux grains de ce sable. Dans quelques masses de ces grès, les parties cristallines sont très-multipliées, et dans le plus grand nombre, ce sont les grains sableux ; ce dont les voyageurs ne s'appercoivent que trop, par le retard forcé que leur occasionent les routes qui les traversent.

Les cristaux rhomboïdaux se rencontrent dans ces grès, non seulement en grouppes dont souvent le volume est très-considérable, ainsi que celui de chacun des cristaux composants, mais encore épars, çà et là, dans leur masse, et isolés. Ce fait me paroit appartenir à une cause analogue à celle qui a donné naissance aux noyaux de silex dans les craies, ainsi que dans nombre de pierres calcaires, et qui sans doute auroit produit des cristaux ou noyaux de quartz, au lieu noyaux de calcédoine, si la terre quartzeuse, en solution dans les eaux dans lesquelles se sont formées ces pierres, eût été simplement à l'état de molécules quartzeuses, au lieu d'avoir éprouvé la modification, encore inconnue, qui l'amène à l'état calcédonien, sous lequel elle ne cristallise pas régulièrement. Je regarde donc ces rhomboïdes comme appartenant à l'effet d'un simple rapprochement par affinité d'élection. Dans les parties de ces masses de sable qui, par une cause dont il serait difficile de déterminer aujourd'hui la nature, avoient une texture plus lâche que celle qui existait dans les autres parties de ces mêmes masses, la cristallisation de la chaux carbonatée se sera alors faite à travers ces sables lâches, et y aura produit, soit des cristaux isolés, soit des grouppes plus ou moins volumineux, suivant l'étendue occupée par ceux de ces mêmes sables, dans lesquels le mouvement de rapprochement des molécules intégrantes de

dans laquelle cette observation peut être faite le plus fréquemment, est celle compacte.

Bien souvent le quartz mélangé n'est qu'en fort petite quantité dans la chaux carbonatée ; mais quelquefois cependant il y est en dose assez considérable. Le plus communément ses parties sont assez grossières pour être apperçues à la vue simple ; mais d'autres fois elles sont si fines, que la loupe même ne peut les discerner ; dans ce cas, le briquet les met à découvert, par les étincelles que ces pierres donnent, étant frappées par lui. Cette observation faite par plusieurs minéralogistes sur des chaux carbonatées compactes, a fait dire à quelques-uns d'entre eux, qu'il existoit des variétés de cette pierre, auxquelles le rapprochement des parties, et la compacité qui en résultoit, donnoit assez de dureté, pour les mettre dans le cas de donner des étincelles, étant frappées avec le briquet ; mais je crois que c'est une erreur.

C'est parmi les variétés de chaux carbonatée compactes mélangées de quartz, que doit être placée celle d'Islande et de Suède à laquelle Mr. Schumacher à donné le nom de *conite*. Le quartz, qui y est en assez grande abondance, y est bien souvent insensible à la vue simple ; on parvient cependant, sur quelques morceaux, à en discerner les parties avec la loupe, et même quelquefois sans elle. Sa cassure est absolument la même que celle propre à la chaux carbonatée compacte, et est par conséquent quelquefois légèrement conchoïdale.

Une des variétés les plus intéressantes de la chaux carbonatée quartzeuse, est bien certainement celle connue sous le nom de *grès de Fontainbleau*, du lieu dans les environs duquel elle se rencontre principalement. Cette substance s'y montre, soit en masse, soit mamelonnée et en grappes, ainsi que le fait le silex dans les craies et pierres calcaires, soit enfin en rhomboïdes parfaitement déterminés et très-réguliers, qui appartiennent à celui muriatique, ou inverse de la chaux carbonatée. Cette variété n'est en effet que la réunion, par une chaux carbonatée cristallisée, de grains appartenant à un sable quartzeux, et qui, d'après l'analyse qui en a été faite par Mr. Sage, en forme souvent jusqu'aux deux tiers de la masse. La pro-

priété que possède cette substance, qui est conséquemment un véritable grès, de se montrer sous une des formes rhomboïdales particulières à la chaux carbonatée, fait voir que le quartz y est simplement interposé. Ce fait mérite de fixer un instant l'attention sur lui.

Comme la plupart des grès, il parait que celui de Fontainebleau doit son existence à un amas de sable quartzeux préexistant, dans lequel s'est infiltrée une eau chargée des molécules intégrantes de la chaux carbonatée à l'état de solution qui, en se rapprochant et cristallisant, ont servi de ciment aux grains de ce sable. Dans quelques masses de ces grès, les parties cristallines sont très-multipliées, et dans le plus grand nombre, ce sont les grains sableux ; ce dont les voyageurs ne s'appercoivent que trop, par le retard forcé que leur occasionent les routes qui les traversent.

Les cristaux rhomboïdaux se rencontrent dans ces grès, non seulement en grouppes dont souvent le volume est très-considérable, ainsi que celui de chacun des cristaux composants, mais encore épars, cà et là, dans leur masse, et isolés. Ce fait me paroit appartenir à une cause analogue à celle qui a donné naissance aux noyaux de silex dans les craies, ainsi que dans nombre de pierres calcaires, et qui sans doute auroit produit des cristaux ou noyaux de quartz, au lieu noyaux de calcédoine, si la terre quartzeuse, en solution dans les eaux dans lesquelles se sont formées ces pierres, eût été simplement à l'état de molécules quartzeuses, au lieu d'avoir éprouvé la modification, encore inconnue, qui l'amène à l'état calcédonien, sous lequel elle ne cristallise pas régulièrement. Je regarde donc ces rhomboïdes comme appartenant à l'effet d'un simple rapprochement par affinité d'élection. Dans les parties de ces masses de sable qui, par une cause dont il serait difficile de déterminer aujourd'hui la nature, avoient une texture plus lâche que celle qui existait dans les autres parties de ces mêmes masses, la cristallisation de la chaux carbonatée se sera alors faite à travers ces sables lâches, et y aura produit, soit des cristaux isolés, soit des grouppes plus ou moins volumineux, suivant l'étendue occupée par ceux de ces mêmes sables, dans lesquels le mouvement de rapprochement des molécules intégrantes de

conférence, et auquel elles devoient en même temps l'accroissement de leur compacité. Dans toutes ces géodes la cavité intérieure étoit parfaitement vide.

Je ne me suis occupé que de la formation de la cavité intérieure des géodes, parceque tout annonce que les cristaux qui en garnissent les parois, sont étrangers à cette formation, et y sont le produit de la pénétration, dans ces mêmes cavités, d'un fluide qui tenoit ces mêmes substances à l'état de solution. Il existe même telles circonstances, qui prouvent que la communication étant plus ouverte et plus libre, dans quelques-unes de ces mêmes cavités, a permi, non seulement au fluide d'y pénétrer avec les molécules des substances qui y étoient à l'état de solution, mais encore avec celles qu'il entraînoit avec lui à l'état de simple division : c'est ce que démontrent les géodes des roches calcaires de Vougy, près de Roanne en France, dont toutes les parois intérieures des cavités sont fréquemment recouvertes par une couche, quelquefois très-épaisse, de manganèse oxidée hématiforme, et souvent même pulvérulente, sur laquelle sont placés de fort beaux cristaux de chaux carbonatée.

CHAUX CARBONATÉE QUARTZEUSE.

Chaux Carbonatée Quartzifère, Haüy. *Conite*, Schumacker. *Tafelspath*, Stutz.

La chaux carbonatée mélangée de quartz est très-commune dans les variétés, soit grenues, soit lamelleuses, qui forment des couches, tant dans le gneiss, que dans les autres roches feuilletées primitives. Elle est très commune aussi dans la chaux carbonatée qui se montre formant, soit des masses plus ou moins volumineuses, soit des couches, dans les roches primitives secondaires. On en rencontre de fréquents exemples dans les Alpes, ainsi que que dans les Pyrénées, dans la chaîne des montagnes Ouraliques, &c. &c. Dans la variété de chaux carbonatée de Glenorchy, en Ecosse, que j'ai déja citée, à l'article de celle en masse lamelleuse, et qui est formée de petites couches alternant avec des couches de quartz micacé feuilleté, on observe des couches plus considérables d'un beau blanc, et qui ne sont composées que d'un mélange de chaux carbonatée lamelleuse à lames courtes et de quartz: ce dernier s'y distinguant facilement à la vue simple. Il en est de même de la chaux carbonatée lamelleuse noire de Bunawe, aussi en Ecosse, et citée dans le même article; elle est de même traversée par des veines de chaux carbonatée blanche, mélangée de beaucoup de parties de quartz, sensibles aussi à la vue simple. Les couches de chaux carbonatée qui, à Inverary, dans l'Argyleshire, pareillement en Ecosse, alternent fréquemment avec des couches de gneiss et, souvent aussi, de porphire, sont de même très-communément mélangées de quartz.

Mais la chaux carbonatée qui accompagne les roches primitives, n'est pas la seule qui soit dans le cas de se montrer ainsi mélangée de quartz; la chaux carbonatée grossière, et même celle coquillière, montre quelquefois le même mélange. Mais celle de ses variétés

dans laquelle cette observation peut être faite le plus fréquemment, est celle compacte.

Bien souvent le quartz mélangé n'est qu'en fort petite quantité dans la chaux carbonatée ; mais quelquefois cependant il y est en dose assez considérable. Le plus communément ses parties sont assez grossières pour être apperçues à la vue simple ; mais d'autres fois elles sont si fines, que la loupe même ne peut les discerner ; dans ce cas, le briquet les met à découvert, par les étincelles que ces pierres donnent, étant frappées par lui. Cette observation faite par plusieurs minéralogistes sur des chaux carbonatées compactes, a fait dire à quelques-uns d'entre eux, qu'il existoit des variétés de cette pierre, auxquelles le rapprochement des parties, et la compacité qui en résultoit, donnoit assez de dureté, pour les mettre dans le cas de donner des étincelles, étant frappées avec le briquet ; mais je crois que c'est une erreur.

C'est parmi les variétés de chaux carbonatée compactes mélangées de quartz, que doit être placée celle d'Islande et de Suède à laquelle Mr. Schumacher à donné le nom de *conite*. Le quartz, qui y est en assez grande abondance, y est bien souvent insensible à la vue simple ; on parvient cependant, sur quelques morceaux, à en discerner les parties avec la loupe, et même quelquefois sans elle. Sa cassure est absolument la même que celle propre à la chaux carbonatée compacte, et est par conséquent quelquefois légèrement conchoïdale.

Une des variétés les plus intéressantes de la chaux carbonatée quartzeuse, est bien certainement celle connue sous le nom de *grès de Fontainbleau*, du lieu dans les environs duquel elle se rencontre principalement. Cette substance s'y montre, soit en masse, soit mamelonnée et en grappes, ainsi que le fait le silex dans les craies et pierres calcaires, soit enfin en rhomboïdes parfaitement déterminés et très-réguliers, qui appartiennent à celui muriatique, ou inverse de la chaux carbonatée. Cette variété n'est en effet que la réunion, par une chaux carbonatée cristallisée, de grains appartenant à un sable quartzeux, et qui, d'après l'analyse qui en a été faite par Mr. Sage, en forme souvent jusqu'aux deux tiers de la masse. La pro-

priété que possède cette substance, qui est conséquemment un véritable grès, de se montrer sous une des formes rhomboïdales particulières à la chaux carbonatée, fait voir que le quartz y est simplement interposé. Ce fait mérite de fixer un instant l'attention sur lui.

Comme la plupart des grès, il parait que celui de Fontainebleau doit son existence à un amas de sable quartzeux préexistant, dans lequel s'est infiltrée une eau chargée des molécules intégrantes de la chaux carbonatée à l'état de solution qui, en se rapprochant et cristallisant, ont servi de ciment aux grains de ce sable. Dans quelques masses de ces grès, les parties cristallines sont très-multipliées, et dans le plus grand nombre, ce sont les grains sableux; ce dont les voyageurs ne s'appercoivent que trop, par le retard forcé que leur occasionent les routes qui les traversent.

Les cristaux rhomboïdaux se rencontrent dans ces grès, non seulement en grouppes dont souvent le volume est très-considérable, ainsi que celui de chacun des cristaux composants, mais encore épars, cà et là, dans leur masse, et isolés. Ce fait me paroit appartenir à une cause analogue à celle qui a donné naissance aux noyaux de silex dans les craies, ainsi que dans nombre de pierres calcaires, et qui sans doute auroit produit des cristaux ou noyaux de quartz, au lieu noyaux de calcédoine, si la terre quartzeuse, en solution dans les eaux dans lesquelles se sont formées ces pierres, eût été simplement à l'état de molécules quartzeuses, au lieu d'avoir éprouvé la modification, encore inconnue, qui l'amène à l'état calcédonien, sous lequel elle ne cristallise pas régulièrement. Je regarde donc ces rhomboïdes comme appartenant à l'effet d'un simple rapprochement par affinité d'élection. Dans les parties de ces masses de sable qui, par une cause dont il serait difficile de déterminer aujourd'hui la nature, avoient une texture plus lâche que celle qui existait dans les autres parties de ces mêmes masses, la cristallisation de la chaux carbonatée se sera alors faite à travers ces sables lâches, et y aura produit, soit des cristaux isolés, soit des grouppes plus ou moins volumineux, suivant l'étendue occupée par ceux de ces mêmes sables, dans lesquels le mouvement de rapprochement des molécules intégrantes de

la chaux carbonatée pouvoit avoir lieu. La masse entière de ces grès est pénétrée des mêmes parties de chaux carbonatée cristalline, quoique avec moins d'abondance, ce qui n'existe pas dans les craies et pierres calcaires qui renferment des noyaux de silex ; parceque sans doute les parties de chaux carbonatée à l'état de solution, y étoient beaucoup plus abondantes que n'étoient celles de quartz à l'état calcédonien dans les craies, &c. et n'étoient pas de même épuisées par la formation de ces cristaux. Lorsque ces molécules de chaux carbonatée ont pénétré dans des cavités parfaitement vides, elles ont donné naissance aux mêmes rhomboïdes, mais sans l'interposition d'aucun grain de sable ; ainsi qu'on en trouve des exemples dans ces mêmes grès. On y observe même quelquefois des cristaux dans lesquels les rhomboïdes se sont formés, en partie dans ces cavités vides, et en partie dans le sable, et dont, en conséquence, une moitié est à l'état de pureté parfaite, tandis que l'autre est mélangée de sable.

Ces rhomboïdes de chaux carbonatée quartzeuse, ou à l'état de grès, sont opaques, d'un blanc grisâtre, donnent plus ou moins d'étincelles sous le choc du briquet, suivant la dose plus ou moins abondante des grains quartzeux qu'ils renferment, et rayent le verre. Quoique le plus grand nombre des cristaux qui appartiennent à ce même rhomboïde, dans la chaux carbonatée ordinaire, soient phosphorescents sur la pelle échauffée, ceux qui appartiennent à cette varieté ne montrent pas la moindre trace de phosphorescence. Les grains de sable qu'ils renferment sont faciles à appercevoir sur leur surface, et quelques-uns des cristaux, dans lesquels ces grains entrent en plus grande quantité, se réduisent de nouveau en sable, sous une forte pression des doigts ; le plus grand nombre d'entre eux jouissent cependant d'une assez grande solidité. Plusieurs de ces cristaux, placés à une grande lumière, laissent appercevoir, étant mus entre les doigts, une espèce de chatoyement très-sensible qui appartient aux parties cristallines de la chaux carbonatée ; mais, si on leur fait éprouver quelques cassures, cet effet a toujours lieu sur les plans qu'elles mettent à découvert, Ces cassures sont assez ordinairement

irréguliéres; et c'est avec beaucoup de difficulté qu'on les obtient suivant leur direction naturelle.

La pésanteur spécifique moyenne de cette chaux carbonatée quartzeuse m'a donné 25,86: d'où l'on voit que le mélange du sable l'a rendu moins pésante que la chaux carbonatée ordinaire: cette pésanteur est même au dessous de ce qu'elle devroit être, d'après celles du sable et de la chaux carbonatée qu'elle renferme, ce qui annonce l'existence de petits vides dans son intérieur.

Cette même variété de la chaux carbonatée se montre aussi dans les environs de Nemours, à cinq lieues de Fontainebleau.

La chaux carbonatée nommée *tafelspath*, et décrite par Mr. Stutz, qui se trouve à Dognaska, dans le Bannat, me paroit devoir lui être rapportée. Cette substance, dans laquelle Mr. Klaproth a trouvé 40 de carbonate de chaux, 50 de silice et 10 d'eau, est composée de petites lames hexaèdres réunies en grouppes. Suivant les apparences, l'eau lui est étrangère, et est due à sa pénétration à travers la substance même de la pierre.

La pierre calcaire, à laquelle Mr. Kirwan a donné le nom de *calp*, me paroit être aussi une variété, à l'état compacte, de la chaux carbonatée quartzeuse. Cette pierre calcaire, à laquelle appartiennent les carrières de Dublin, en Irlande, est en outre colorée en noir par du bitume. Mr. Kirwan fixe sa pésanteur spécifique à 26,10, et la dit renfermer 68 de chaux carbonatée, 18 de silice, 7 d'argile, 2 de fer et 3 de bitume.

C'est encore à une variété très-martiale de la même chaux carbonatée, qu'il faut rapporter, je pense, la pierre calcaire trouvée par Mr. le Baron de Moll, dans la vallée de Rusbach, principauté de Saltzbourg, et à laquelle il a donné le nom de *madréporite*. Elle contient, suivant Mr. Schroll, 63 de carbonate de chaux, 13 de silice, 10 d'alumine, et 11 de fer, et s'est trouvée en fragments arrondis et de transport, de couleur grise, et de texture fibreuse à fibres fortes, soit divergentes, soit parallèles.

CHAUX CARBONATÉE MAGNÉSIENNE.

Chaux Carbonatée Magnésifère, Haüy. *Bitterspath*, des Allemands.

Il n'y a guère qu'une vingtaine d'années que cette variété de la chaux carbonatée a fixé, pour la première fois, l'attention du chimiste-minéralogiste. Elle a été dirigée sur elle, par quelques particularités que présentoient, dans leur aspect, des cristaux de chaux carbonatée, renfermés dans quelques substances magnésiennes, soit talqueuses, soit asbestiques, trouvés dans les montagnes du Tyrol, dans celles du pays de Saltzbourg, du Margraviat de Beyreuth, et dans celles de Taberg, en Suède. L'analyse chimique fita lors reconnoître, qu'un mélange assez considérable de magnésie la faisoit seul différer de la chaux carbonatée ordinaire.

Ses principaux caractères sont, en général, d'avoir un lustre plus considérable que celui de la chaux carbonatée ordinaire, une pésanteur spécifique un peu plus grande, et une dureté telle, qu'elle coupe la chaux carbonatée avec beaucoup de facilité, et raye même la chaux fluatée.

Mise dans l'acide nitrique, après avoir été préalablement pulvérisée, elle y fait une légère effervescence, mais qui cependant continue jusqu'à son entière dissolution, qui ne s'opère que très-lentement: on rend cette effervescence plus vive et plus prompte, en faisant chauffer au rouge cette substance avant de la placer dans l'acide. Cette lenteur dans sa dissolution, ainsi que son effervescence beaucoup moins vive, fait facilement distinguer cette variété de la chaux carbonatée, de celle pure.

Lorsqu'elle ne contient aucune trace de fer, ni de manganèse, l'action du feu ne cause aucune altération à sa couleur; mais elle devient d'un gris brun plus ou moins foncé, lorsqu'elle renferme quelques légères traces de l'un et de l'autre.

Sa forme appartient toujours à une de celles propres à la chaux carbonatée, et cette forme, qui se borne à un fort petit nombre, est toujours une des plus simples de celles de cette substance. Assez généralement les cristaux qui se rencontrent dans un même canton, appartiennent constamment, soit au cristal primitif, soit, mais beaucoup plus rarement, à l'une de ses modifications les plus simples.

Comme cette chaux carbonatée présente, dans les variétés qui lui appartiennent, quelques légères différences, nous la diviserons dans les quatre sous-variétés suivantes.

1°. Je place en tête de ces sous-variétés, une substance que je n'ai jamais vue qu'en cristaux parfaitement déterminés, et dans laquelle la chaux carbonatée magnésienne qui paroit être celle la plus pure est en même temps celle la plus agréable par son aspect.

Ses cristaux sont, soit d'un très-beau blanc, soit ayant une légère teinte jaunâtre, et ils n'ont qu'une transparence très-louche. Leur forme appartient au rhomboïde aigu de 45° 34′, ou de la 11° modification, dont le sommet est intercepté, soit par les plans du rhomboïde primitif, ainsi que dans la fig. 72, soit par celui perpendiculaire à l'axe, ainsi que le représente la fig. 73. Ils ont un lustre très-éclatant qui, surtout dans la variété parfaitement blanche, a beaucoup de rapport avec celui qui est propre aux zéolites. Ces cristaux se clivent très-facilement, suivant une direction parallèle aux plans d'un rhomboïde parfaitement semblable à celui de la chaux carbonatée pure.

Cette sous-variété est la plus dure de toutes celles que j'ai observées dans cette substance; elle entame la chaux fluatée avec une très-grande facilité.

Sa pésanteur spécifique moyenne est de 27,54.

Je n'ai jamais vu que deux morceaux de cette substance, qui tous deux m'ont été donnés, sans qu'il me fût possible d'en connoître la localité. Comme ces morceaux étoient assez grands, ils m'ont mis à même de pouvoir, en les divisant, en donner moi-même des fragments, et en les plaçant dans les collections les plus considérables de Londres, en constater par là davantage l'existence.

Ces morceaux étoient sans aucune gangue quelconque, et leurs cristaux, qui avoient jusqu'à 4 et 5 lignes de longueur, et même plus, étoient grouppés confusément.

2°. Cette seconde sous-variété est fournie par la chaux carbonatée magnésienne qui accompagne quelques substances, magnésiennes aussi, du Tyrol, de Salzbourg, de la Suède, &c. elle y est, soit en masses lamelleuses dont les fragments représentent, d'une manière parfaitement exacte, ceux de la chaux carbonatée pure, soit en cristaux déterminés qui appartiennent presque toujours au rhomboïde primitif de cette substance. On dit qu'elle a été trouvée, et à peu près sous les mêmes circonstances, à Thiersheim, dans le Margraviat de Beyreuth, ayant la forme du rhomboïde muriatique, ou de la 17e modification (inverse, Haüy).

Les cristaux de cette chaux carbonatée magnésienne sont souvent assez grands. Ils sont quelquefois incolores; mais le plus communément ils sont d'un gris jaunâtre plus ou moins foncé, et quelquefois un peu rougeâtre. Leur transparence est toujours un peu louche; cependant elle atteint quelquefois un dégré assez considérable, pour permettre l'observation de la double réfraction.

Sa dureté est un peu moins grande que celle de la sous-variété précédente. Elle entame avec moins de facilité la chaux fluatée.

Sa pésanteur spécifique est plus grande: elle est de 29,00 à 30,00.

D'après les analyses qui en ont été faites par Klaproth, celle du Tyrol, renferme 52 de chaux carbonatée, 45 de magnésie carbonatée et 3 de fer et de manganèse oxidés; et celle de Suède, 73 de chaux carbonatée, 25 de magnésie carbonatée et de 2,25 de fer et de manganèse oxidés. Woulf a donné pour parties constituantes de cette chaux carbonatée, 0,50, d'oxide de fer et 0,25, d'oxide de manganèse.

3° Nous placerons, sous cette troisième sous-variété, la chaux carbonatée magnésienne qui forme, dans différents cantons, des suites de couches, et même souvent de roches considérables, qui paroissent assez généralement être superposées sur la chaux carbonatée ordinaire.

Ses caractères spécifiques généraux ont beaucoup de rapport avec ceux de la sous-variété précédente. Comme elle, lorsqu'elle se montre en cristaux, ce qui lui est le plus ordinaire, ses cristaux appartiennent assez généralement au rhomboïde primitif de la chaux carbonatée pure. Comme elle aussi, sa dureté est légèrement supérieure à celle de la chaux fluatée, et le lustre de ses cristaux est très-brillant. La pésanteur spécifique moyenne de celle en masse cristalline du Derbyshire, est de 28,23.

C'est à Monsieur Smithson Tennant, chimiste Anglais du plus grand mérite, et à qui la minéralogie a plus d'une obligation, que nous devons, non seulement la première connoissance de cette sous-variété, mais encore celle du rôle étendu qu'elle joue dans la nature. C'est à lui aussi à qui l'on doit la connoissance de ses qualités nuisibles à la végétation, lorsqu'elle y est employée en dose aussi considérable que la chaux carbonatée pure. C'est son action destructive, dans ce cas, qui l'a engagé à faire sur elle une étude particulière. Son travail, à ce sujet, a fait l'objet d'un mémoire qui a été lû, le 6 de Juin 1799, à la Société Royale de Londres, et a été imprimé dans les Transactions Philosophiques de la même Année.

On étoit dans l'usage, à Doncaster dans l'Yorkshire, de répandre, comme engrais, sur les terres, de la chaux carbonatée calcinée. En 1791, cette opération loin de bonifier les terres sur lesquelles elle avoit eu lieu, les avoit au contraire détériorées, et avoit en grande partie détruit la végétation. La cause, sans aucun doute, étoit renfermée dans la chaux qui avoit été répandue sur le terrein, et par conséquent dans la nature de la chaux carbonatée dont elle dérivoit: Mr. Tennant pour parvenir à connoître cette cause, soumit cette chaux carbonatée à l'analyse, et reconnut alors qu'il y existoit une dose considérable de magnésie.

Ce fait une fois reconnu, il ne s'est pas arrêté à cette seule observation; les recherches qu'il y a ajoutées nous ont appris, que cette chaux carbonatée magnésienne ne se bornoit pas à se montrer dans quelques couches particuliéres et isolées, mais qu'elle formoit, à elle seule, en Angleterre, et probablement dans beaucoup d'autres

pays, des couches et même des suites de roches d'une étendue considérable. Ce savant chimiste les a tracées, depuis quelque distance au sud-est de Worksop en Nottinghamshire, jusqu'à Ferrybridge en Yorkshire, c'est-à-dire, parcourant une étendue de trente à quarante milles; et il ajoute qu'il a observé des traces de son existence, dans une carrière située près de Sherburn, cinq ou six milles plus au nord. Elle forme de même des suites très-étendues en Derbyshire, où elle se montre à Bredon près de Derby, et là, elle est souvent mélangée de coquilles fossiles, au même état de chaux carbonatée magnésienne. On la rencontre aussi à Matlock, de même dans le Derbyshire, où les deux variétés, (magnésiennes et non magnésienne), sont contigues l'une à l'autre, et où celle magnésienne se montre aussi superposée sur des couches appartenant à celle qui ne l'est pas; la dernière remplie de coquilles, et la première en renfermant aussi quelques-unes, mais en beaucoup moins grande quantité. J'ajouterai à ces observations, faites par Mr. Tennant, que cette même chaux carbonatée magnésienne se montre jusque dans les filons de plomb sulfuré du même canton, où elle sert même quelquefois de gangue au minérai. Mr. Tennant indique en outre son existence dans le Northumberland, et soupçonne que dans les environs de Newcastle, où les agriculteurs divisent la chaux qu'ils répandent sur leurs terres, en chaux aride et chaux douce, la première appartient à cette même variété.

Je suis entré dans ces détails, pour faire connoître le grand rôle que joue la chaux carbonatée magnésienne dans les masses calcaires de l'Angleterre. Le domaine de cette substance s'étendra certainement beaucoup par la suite. Déja Mrs. Davy et Greenough, dans un petit voyage minéralogique qu'ils ont fait cette année en Irlande, l'y ont observée formant des couches d'une étendue considérable, à Portumna dans le Galway, et à Ballyshannon dans le Donegall. Je trouve dans mes notes que, parmi les roches de chaux carbonatée qui cernent les villes d'Erbefeld et de Gemarck, en Westphalie, j'ai observé, en 1793, des parties très-considérables, et mêmes des couches assez étendues, que je croyois alors appartenir à la chaux carbonatée

martiale, mais qui, d'après leurs caractères, appartiennent très-probablement à cette même variété de la chaux carbonatée magnésienne.

Cette chaux carbonatée est quelquefois d'un gris sale, d'autres fois d'un gris jaunâtre plus ou moins foncé et tirant sur le brun, et souvent aussi rougeâtre. Lorsqu'elle est en masse, elle a presque toujours une texture granuleuse, et, étant examinée avec la loupe, on reconnoit fréquemment que ses grains sont de petits rhomboïdes primitifs semblables à ceux de la chaux carbonatée pure; ces mêmes rhomboïdes sont bien souvent sensibles à la vue simple. Lorsque cette substance présente de petites cavités, ce qui est sur-tout très-commun dans celles de ses variétés qui existent dans les filons, les parois de ces cavités sont ordinairement recouvertes par des agrégations confuses des mêmes rhomboïdes, un peu plus grands, mais cependant ayant rarement au dessus d'une ligne de diamètre: ils sont souvent alors d'une très-belle transparence. Le rhomboïde primitif complet de la chaux carbonatée pure, est la seule forme que j'y ai encore observée jusqu'ici.

Mr. Tennant, après avoir établi la dose d'acide carbonique, contenue dans toutes ces chaux carbonatées magnésiennes, à environ $\frac{48}{100}$, $\frac{4}{100}$ par conséquent de plus que n'en renferme la chaux carbonatée ordinaire, fixe, ainsi qu'il suit, les proportions des terres des différents échantillons de cette substance qu'il a soumis à l'analyse.

	Chaux.		Magnésie.		Argile et fer.
Chaux carbonatée magnésienne					
de Bredon en Derbyshire . . .	31,71.	—	20,28.	—	0,8.
de Wansworth en Yorkshire . .	29,36.	—	22,44.	—	1,0.
de Matlock en Derbyshire . .	23,55.	—	22,0.	—	1,2.
de la Cathedrale d'York . . .	33,04.	—	13,36.	—	0,4.
de Worksop en Nottinghamshire	29,98.	—	20,41.	—	2,4.
de Sherburn en Yorkshire . .	30,24.	—	20,32.	—	2,2.
de l'Abbaye de Westminster . .	33,48.	—	17,76.	—	1,6.

En outre de la chaux et de la magnésie, Mr. Tennant ne fait mention que de l'argile et du fer, parmi les substances que cette sous-variété de la chaux carbonatée magnésienne renferme; mais je crois qu'il y a des variétés qui contiennent du manganèse oxidé, et d'autres, qui renferment une dose plus considérable de fer; du moins parmi les échantillons que j'ai essayés, plusieurs deviennent noirs très-promptement par l'action du feu, et plusieurs aussi y acquièrent une action assez forte sur le barreau aimanté.

On doit peut-être rapporter à cette variété, celle d'une couleur verdâtre pâle, que Mr. Thompson a trouvée, à Miémo en Toscane, dans une masse d'albâtre, et à laquelle il a donné le nom de *miémite:* Sa forme est, soit le rhomboïde muriatique (17[e] modification), ayant conservé de légères traces des plans du rhomboïde primitif, soit celui lenticulaire (4[e] modification).

C'est sans doute encore à la même variété que doivent être rapportés de petits cristaux transparents et d'un vert jaunâtre, qui viennent de Saxe, où ils ont pour gangue un jaspe, dans les cavités duquel ils sont accompagnés par du bismuth sulfuré à l'état capillaire et d'un jaune cuivreux, et dont fort souvent les petites aiguilles les traversent. Ils appartiennent au rhomboïde primitif dont les angles du sommet sont remplacés par un plan perpendiculaire à l'axe, et les arêtes pyramidales, par les plans du rhomboïde lenticulaire, ou de la 17[e] modification (équiaxe, Haüy). Ils se dissolvent très-lentement et avec une très-foible effervescence dans l'acide nitrique, sans lui communiquer aucune couleur quelconque. Les fibres du bismuth sulfuré, dont ils sont mélangés, et fort souvent aussi traversés, sont de longs prismes tetraèdres rectangulaires.

4° *La chaux carbonatée magnésienne en masse grenue*, constitue la quatrième sous-variété de cette substance. Cette sous-variété a été pendant longtems considérée comme devant la propriété de se dissoudre lentement dans les acides, et avec une très-foible effervescence, qui la distingue de la chaux carbonatée pure, au mélange d'une légère dose de 5,86 de terre argileuse, qu'une première analyse, qui en avoit été faite, y avoit indiqué. Cette raison a déterminé Mr. l'Abbé

Haüy à lui donner le nom de *chaux carbonatée aluminifère:* elle étoit auparavant connue sous celui de *dolomie*, nom qui lui avoit été donné d'après Mr. de Dolomieux, qui le premier avoit observé qu'elle différoit de la chaux carbonatée ordinaire.

On devoit cependant être étonné de voir la terre argileuse, mélangée en une aussi foible dose, retarder aussi fortement l'effervescence et la dissolution de cette chaux carbonatée, tandis que dans les marnes, dans lesquelles elle est en quantité infiniment plus considérable, cet effet n'a aucunement lieu: cette seule observation étoit bien faite pour faire naître quelque doute à cet égard. Cette substance ayant été analysée depuis peu par Klaproth, l'argile a disparue pour faire place à la magnésie, mais en quantité beaucoup plus considérable; ce qui a fixé l'opinion sur sa véritable nature. Cette analyse lui a donné pour résultat, 52 de chaux carbonatée, 45,50 de magnésie carbonatée, 0,5 de fer oxidé, et 0,5 de magnésie oxidée.

Cependant, dès 1799, cette même nature magnésienne auroit dû être parfaitement reconnue, et la place de cette substance fixée, par l'analyse qu'en avoit donné Mr. Tennant, dans le même mémoire cité précédemment, et inséré dans les Transactions Philosophiques de la même Année. Ce savant avoit donné en outre, dans ce même Mémoire, l'analyse de trois échantillons différents de cette substance. L'un d'eux faisoit partie d'un marbre grec, trouvé dans les ruines de Rome, il lui a donné 48 d'acide carbonique, 30,32 de chaux, 21,42 de magnésie, et 0,4 de fer et d'argile; le second étoit du mont Vésuve, il en a retiré 48 d'acide carbonique, 34,3 de chaux, 18,27 de magnésie, et 0,24 de fer et d'argile; le troisieme enfin étoit d'Iona en Ecosse, il contenoit 48 d'acide carbonique, 31,12 de chaux, 17,6 de magnésie. et 4,0 de matières insolubles, qui probablement appartenoient en très-grande partie à de la trémolite, à laquelle cette chaux carbonatée magnésienne d'Iona sert souvent de gangue.

La chaux carbonatée magnésienne grenue fait ainsi que les précédentes, une effervescence très-foible dans les acides, et sa dissolution est fort long-temps à se faire; moins cependant que dans les sous-varietés précédentes, soit à raison de sa texture lâche, soit probable-

ment à raison aussi de ce que la magnésie carbonatée n'y est pas en parties aussi tenues, ni aussi également dispersées. Elle est fort souvent phosphorescente, soit sous la friction, soit sur la pelle échauffée; mais on rencontre fréquemment des variétés qui ne sont phosphorescentes d'aucune de ces deux manières.

Elle se divise en deux variétés subordonnées, qui dérivent du dégré d'adhésion de ses grains entre eux. Dans l'une d'elles, cette adhésion est extrêmement foible, et facile à vaincre par la simple pression des doigts, qui la réduit alors en un sable fin. Dans l'autre, cette adhésion est au contraire plus ou moins considérable.

A la première de ces deux variétés subordonnées, appartient la chaux carbonatée magnésienne grenue qui accompagne la trémolite, dans plusieurs des vallées du mont St. Gothard. Elle est extrêmement friable et très-phosphorescente, tant sur la pelle échauffée que sous la friction, et la lueur qu'elle répand alors est d'un jaune orangé, dont l'intensité est sur-tout très-considérable, et passe au rouge de feu, sous la friction. J'ai fait voir, dans un Mémoire inséré dans le 73me Numéro du Journal des Mines de Paris, que la trémolite, qu'elle renferme, n'étoit phosphorescente qu'à raison de ce que sa substance étoit mélangée d'une dose assez considérable de cette chaux carbonatée magnésienne, mais qui, d'après cela, lui est étrangère ainsi que la phosphorescence.

Dans les variétés dans lesquelles les grains ont une adhérence plus considérable entre eux, quelques-unes ont ces grains très-fins: telle est la chaux carbonatée magnésienne grenue du Vésuve: telle est aussi celle d'Iona en Ecosse. Ces pierres ressemblent parfaitement alors à la chaux carbonatée grenue à grain fin qui se montre dans les gneiss, &c. et cela, avec d'autant plus de rapprochement, qu'elle est fort souvent mélangée de même de mica. Il s'en est trouvé une variété, dans la vallée, de Kanter au Simplon, dont la texture est feuilletée, et dont la substance est mélangée de grains de fer oxidé attractif octaèdre (fer oxidulé, Hauy).

D'autres variétés ont leurs grains moins fins: telle est celle apportée du Bengale par Sir John Murray, et placée dans le cabinet de Mr.

Gréville, elle est d'un blanc un peu grisâtre, très-dure, ayant une pésanteur spécifique de 29,33, et renfermant de la trémolite. J'ai reçu depuis peu d'Amérique, dans un envoi de minéraux qui m'a été fait par le Dr. Bruce, Professeur de la Chaire de Minéralogie qui vient d'être établie par les Etats unis, une variété que je ne connoissois pas encore. Elle est à très-gros grains, dans lesquels on distingue parfaitement une texture lamelleuse, appartenant à la variété dans laquelle la division parallèlement aux petites diagonales de deux des faces opposées du rhomboïde, est indiquée par des stries: elle renferme de la trémolite. Mr. Bruce me mande avoir trouvé cette pierre dans les environs de New York.

Des quatre dernières variétés de chaux carbonatée magnésienne grenue qui viennent d'être citées, deux, celles du Vésuve et de Iona sont douées de la double phosphorescence: la lueur donnée par celle du Vesuve est orangée, et celle de la variété de Iona est bleuâtre. Les deux autres, celles du Bengal et des Etats unis d'Amérique, ne laissent appercevoir nulles traces de phosphorescence par aucun de ces deux moyens.

La chaux carbonatée magnésienne grenue et friable du Mont St. Gothard, n'est pas simplement mélangée de trémolite, de talc et de mica, on y rencontre quelquefois aussi des pyrites martiales: j'en ai vu de fort beaux morceaux dans lesquels ces pyrites étoient entremêlées de réalgar, &c. &c. Mais une autre substance qui s'y montre aussi, et même assez abondamment, est la chaux carbonatée lamelleuse non magnésienne. Elle y est éparse en masses plus ou moins volumineuses, dont la couleur est communément d'un gris foncé. Cette chaux carbonatée est phosphorescente sur la pelle échauffée, mais non sous la friction: cette dernière lui fait répandre une odeur très-fétide, que ne montre, en aucune manière, la chaux carbonatée magnésienne en contact avec elle. Cette odeur fétide lui est sans doute procurée par un hydrosulfure, et le réalgar que je viens de dire s'y montrer aussi quelquefois, donne à cette opinion quelque probabilité. Mais comment la masse de la chaux carbonatée magnésienne qui la renferme n'en a-t-elle pas été pénétrée de même?

Il y a bien certainement eu ici, dès l'origine, deux formations différentes de la chaux carbonatée, et il en est résulté, à l'égard de cette même substance, deux variétés de nature différentes aussi. L'une d'elles a fixé, autour de ses molécules, la magnésie carbonatée qui pouvoit être éparse dans le fluide qui présidoit à sa formation, tandis que l'autre a fixé, de la même manière, les parties d'hydrosulfure; mais il n'y a eu aucune combinaison chimique contractée entre la chaux carbonatée et ces différentes substances: la molécule de la première n'a changé, ni de nature, ni de forme; la réunion n'a été que le fruit d'un attraction par approche, semblable, en quelque sorte, à celle qui place le calorique entre les molécules intégrantes des substances.

Les endroits, cités ci-dessus, où se montrent les diverses variétés de la chaux carbonatée magnésienne grenue, ne sont pas à beaucoup près les seuls où cette substance se soit montrée. Sa présence est très-multipliée dans la nature; mais il paroit qu'elle est plus particulièrement fixée, dans les roches qui appartiennent aux montagnes primitives secondaires; et principalement parmi celles qui renferment des substances magnésiennes. Elle se montre à Sahla en Westmanie, et y est mélangée de parties de mica, de talc et de quartz. M. Cordier, dit l'avoir trouvée à une très-grande hauteur, sur la Maladetta, l'une des plus hautes montagnes des Pyrénées, où elle est en couches entremélées de lits de schiste argileux ; elle n'y est phosphorescente, ni sous la friction, ni sur la pelle échauffée. M. Ramond, l'a rencontrée, de même dans les Pyrénées, à Sères au pic Déres-lides, interposée entre des feuillets de schiste magnésien. M. Patrin, l'a observée en Sibérie : il est probable que l'observation la fera reconnoître dans beaucoup d'autres endroits.

Il paroit qu'elle constitue aussi quelquefois la nature des filons; du moins M. Napione dit-il, qu'elle forme un filon puissant dans un granit de la montagne du sanctuaire, dans la vallée de Sesia en Italie.

CHAUX CARBONATÉE MARTIALE.

Chaux Carbonatée ferrifère, Haüy.

La chaux carbonatée est rarement exempte de renfermer quelques légères traces de fer; mais, dans cette variété, elle est mélangée d'une dose beaucoup plus considérable de ce métal.

Sa dureté, quoique très-supérieure à celle de la chaux carbonatée ordinaire, n'est pas tout-à-fait aussi grande que celle de la chaux carbonatée magnésienne.

La pésanteur spécifique de la seule variété qui ait encore été observée jusqu'ici, est, suivant M. l'Abbé Haüy, de 28,143. Elle est soluble dans l'acide nitrique, avec une effervescence lente et légère, après avoir été préalablement pulvérisée.

Sa forme est une de celles propres à la chaux carbonatée ordinaire, mais ayant un lustre plus éclatant.

L'action du feu ne la noircit pas, et elle est fusible, au chalumeau, en un globule vitreux attirable au barreau aimanté.

Telles sont les caractères extérieurs principaux de la substance que M. l'Abbé Haüy a décrite, dans le second volume des Annales d'Histoire Naturelle du Musée de Paris, page 181, d'après l'envoi qui lui en avoit été fait de Saltzbourg, par M. le Baron de Moll; et dans laquelle M. Vauquelin n'a trouvé que de la chaux carbonatée mélangée d'une quantité considérable d'oxide de fer, et d'un peu de silice.

La forme de ses cristaux, est celle du rhomboïde de 45° $34'$ et 134^d $26'$ de la 11me modification de la chaux carbonatée, ayant son sommet remplacé par un plan perpendiculaire à l'axe, ainsi que le représente la fig. 73, et ce même rhomboïde ayant un commencement de prisme hexaèdre le long des bords de sa base, ainsi que le représente la fig. 71bis.

Ces cristaux sont d'un gris sombre à leur centre; mais cette couleur disparoit à la proximité deu sommet, qui est demi-transparent. Cette description a été extraite de celle donnée par M. l'Abbé Haüy, ne connoissant moi-même cette substance que par ce qu'il en a dit dans les Annales d'Histoire Naturelle du Musée de Paris. Jusqu'à présent son existence est limitée à cette seule observation; mais il est fort probable que, par la suite, cette substance étendra son domaine.

CHAUX CARBONATÉE

FERRO-MANGANÉSIENNE.

Chaux Carbonatée ferrifère avec manganèse, Haüy. *Spath perlé*, *Braunspath*, Werner. *Pearlspar*, des Anglais.

Cette variété de la chaux carbonatée, appartient à un mélange de fer et de manganèse, tous deux oxidés, et tous deux aussi dans des proportions extrêmement variables.

Sa pésanteur spécifique est en conséquence très-variable aussi. Il y a des variétés dans lesquelles cette pésanteur diffère fort peu de celle qui appartient à la chaux carbonatée pure, tandis que dans d'autres, sans y comprendre celle qui a été connue jusqu'ici sous le nom de mine de fer spathique, cette pésanteur spécifique monte jusqu'à 29,00, et même 30,00: il est donc bien difficile de fixer, pour cette substance, une pésanteur spécifique déterminée.

Sa dureté, par suite de la même raison, varie aussi, mais pas à beaucoup près dans les mêmes proportions: toujours supérieure à celle de la chaux carbonatée pure, cette dureté ne m'a jamais paru égaler celle de la chaux carbonatée magnésienne.

Elle est généralement à l'état cristallin, et, lorsque ses cristaux sont déterminés, ils appartiennent toujours à quelques-unes des variétés qui sont propres à la chaux carbonatée pure. Celles de ces variétés qu'on y observe le plus communément, sont le rhomboïde primitif et celui lenticulaire: on y observe quelquefois aussi, mais très-rarement, celui muriatique (17me modification), ainsi que celui aigu de 45°, 34′, et 134°, 26′, (11me modification). On verra, à la fin de l'article qui concerne le fer spathique, qu'il est très-probable qu'elle se montre aussi sous celui de 61°, 12′, et 118°, 48′, (19me modification.)

Sa couleur, qui peut appartenir, tantôt à une modification particulière du fer, d'autres fois à une modification du manganèse, et quelquefois aussi à ces deux métaux réunis, varie considérablement. Celle qu'elle montre le plus communément est le gris blanchâtre, ayant ordinairement un lustre nacré, et origine du nom de spath perlé qui lui a été donné ; mais on la rencontre aussi tout-à-fait blanche. Une des couleurs que cette substance montre le plus souvent aussi, est le gris jaunâtre passant plus ou moins au brun, qui quelquefois est très-foncé. Mais les plus belles variétés qu'elle montre, sous ce rapport, sont celles couleur de chair et couleur de rose plus ou moins foncée de Kapnick et de Nagyiag en Transilvanie; ainsi que celle d'un rouge foncé, tirant un peu sur l'orangé, de Hongrie. On la trouve enfin d'un vert olive à Schemnitz en Hongrie ; et fréquemment elle est d'un brun rougeâtre.

Cette substance, mise dans l'acide nitrique à froid, y fait une effervescence d'autant plus tardive et d'autant plus lente, qu'elle est plus mélangée, soit de fer, soit de manganèse ; mais, lorsqu'elle est une fois commencée, elle continue jusqu'à son entière dissolution, qui ne laisse rien précipiter. Cette dissolution, qui est diaphane, est colorée en un jaune orangé plus ou moins foncé, suivant l'abondance avec laquelle le fer est entré dans cette substance : l'acide colore de la même couleur orangée les endroits sur lesquels il a été placé. Mais si, avant de placer cette chaux carbonatée ferro-manganèsienne dans l'acide, on lui fait éprouver l'action du feu, sa dissolution est beaucoup plus prompte, et laisse précipiter un résidu noir, dû au fer et au manganèse plus oxidé.

L'action de la chaleur colore promptement en noir les morceaux de cette substance qui y sont exposés, et les rend attirables, et souvent même fortement, au barreau aimanté. Il paroit que, dans quelques variétés, le fer y est très-peu oxidé : parmi celles brunes, dans lesquelles le fer est le plus abondant, plusieurs ont une action attractive très-légère, mais sensible, sur le barreau aimanté ; toutes les variétés, soit d'une belle couleur de chair, soit d'un rouge foncé de Kapnick et de Nagyiag que j'ai essayées ont toujours été dans ce

cas. Cette vertu attractive est en général plus commune parmi les variétés en rhomboïde lenticulaire, que parmi celles en rhomboïde primitif.

L'action seule de l'air suffit pour altérer la couleur de la surface des cristaux de cette substance: cette surface devient d'abord d'un brun rougeâtre, qui ensuite brunit, et passe au noir. Dans ce dernier cas, l'altération a pour l'ordinaire attaqué la totalité, ou la presque totalité de la substance du cristal; il est devenu beaucoup plus léger, et est rendu friable, au point même souvent de pouvoir s'écraser sous la simple pression des doigts. Quelquefois cette altération, qui alors n'est que superficielle, a coloré la surface de ces mêmes cristaux, en une belle couleur d'un jaune bronzé ou doré, légèrement chatoyante. L'action du feu produit bien souvent aussi le même effet.

Ainsi que je l'ai dit plus haut, la dose de fer et de manganèse, interposée dans cette substance, varie considérablement: dans quelques variétés, c'est le fer qui paroit dominer, et dans d'autres au contraire, c'est le manganèse. Les seules analyses qui en aient été faites, sont celles de Bergman, Woulf et Berthollet. Le premier l'a trouvée composée de 50 de chaux carbonatée, 22 de fer et 28 de manganèse; le second, de 60 de chaux carbonatée, 5 de fer et 35 de manganèse; le troisième enfin, de 96 de chaux carbonatée, et de 4 de fer et de manganèse oxidés. Cette dernière analyse a probablement été faite sur une variété de celle blanche, qui méritoit fort peu d'être distinguée de la chaux carbonatée ordinaire qui, ainsi que je l'ai déjà dit, est rarement exempte de fer, et contient bien souvent aussi de légères traces de manganèse.

Les cristaux de chaux carbonatée manganésienne sont rarement d'une grandeur un peu considérable; ils sont au contraire le plus communément fort petits. Souvent ils se groupent entre eux d'une manière très-confuse. D'autres fois, ils s'empilen tles uns sur les autres; leur réunion forme souvent alors de petites colonnes minces prismatiques, qui quelquefois tendent à la forme pyramidale. Souvent aussi, ces cristaux se plaçant à côté les uns des autres en se pénétrant en partie,

et sur des rangées parallèles, imitent assez bien l'arrangement entre elles des écailles de poisson. C'est de cette manière qu'ils forment souvent des couches très-minces, qui recouvrent la surface de cristaux, soit rhomboïdaux, soit pyramidaux, de chaux carbonatée pure, ainsi que ceux de diverses autres substances; mais, très-fréquemment aussi, ces mêmes couches sont à l'état de fer spathique.

Ces cristaux sont aussi extrêmement sujets à se contourner, de manière à imiter le retroussis d'un chapeau, ou la forme d'un bât de mulet; mais ceux qui appartiennent au rhomboïde lenticulaire, sont plus sujets à ce contournement, que ceux qui appartiennent à celui primitif: il change tellement leur aspect, qu'il faut une grande attention, pour distinguer auquel des deux rhomboïdes ces cristaux contournés doivent être rapportés.

Dans quelques variétés, les cristaux se groupent autour d'un centre commun en se pénétrant l'un l'autre, et forment alors des sphéroïdes d'un volume plus ou moins considérable. Dans d'autres, des rhomboïdes fort petits, et tous d'une grandeur égale, sont empilés les uns sur les autres, de manière à former, ainsi que je l'ai déjà dit, de petits prismes raboteux, minces et alongés, qui, se groupant par petits systèmes particuliers et en divergents, forment de petits faisceaux qui, se croisant sous diverses directions, donnent naissance à des masses cellulaires et comme spongieuses.

Il existe aussi une variété dans laquelle cette substance est totalement fibreuse, à fibres divergentes plus ou moins fines: cette variété, ainsi que celle mamelonnée, est surtout particulière aux filons de Schemnitz et de Kremnitz, dans la Basse Hongrie.

La chaux carbonatée ferro-manganésienne ne paroit former ni roches, ni couches suivies et ayant une certaine étendue, ainsi que nous avons vu que le fait celle magnésienne; cependant les observations sont encore trop à leur enfance, à cet égard, pour permettre de prononcer. Elle s'est jusqu'ici montrée à nous comme une substance appartenant principalement aux filons, dont elle forme, bien souvent, la partie la plus abondante de la gangue; mais plus souvent encore elle y est simplement disséminée, ainsi que les

autres substances qui ont concouru à en faire le remplissage. Au nombre des filons dans lesquels elle s'est montrée, jusqu'à présent, le plus abondamment, sont, en Basse Hongrie, ceux des mines de Schemnitz et de Kremnitz; en Transilvanie, ceux des mines de Kapnick et de Nagyag; en Saxe, ceux des mines de Bleyberg et de Schaffenberg; en Angleterre, ceux du Cumberland, du Northumberland, et du Derbyshire, &c. &c.; et généralement la plupart des filons dans la gangue desquels la chaux carbonatée entre pour beaucoup. Dans ces différents filons, sa formation paroit bien souvent avoir été postérieure à celle de la plus grande partie des substances qui en ont fait le remplissage. On la trouve fréquemment formant une légère incrustation sur la surface des cristaux, soit de chaux carbonatée pure, soit de chaux fluatée, de baryte sulfatée, de quartz &c., à Schemnitz, où les filons renferment beaucoup de cristaux de quartz: la surface de ces cristaux en est bien souvent recouverte. Il est rare cependant que toutes leurs faces en soient garnies également; ordinairement il n'y en a que quelques-unes qui soient dans ce cas, et toujours ce sont celles qui sont situées d'un même côté. Lorsque les cristaux de spath perlé ne recouvrent pas ces faces en entier, ils s'y terminent assez généralement à une même hauteur, ou sur un même niveau. Quelquefois ces incrustations se détachent facilement, et sous la forme de lames très-minces, de dessus la surface des cristaux sur lesquel elles sont placées; mais souvent aussi elles y sont fortement adhérentes. Celles qui incrustent des cristaux de chaux carbonatée, ont fréquemment l'air de s'être formées, aux dépens même de la surface de ces cristaux: il n'est pas rare de rencontrer, parmi les morceaux de spath perlé de Schemnitz et de Kremnitz, et surtout parmi ceux sortis anciennement de ces mines, des cristaux, assez grands, de chaux carbonatée de la variété de forme pyramidale hexaèdre, due à la 33me modification, parmi lesquels quelques-uns sont simplement recouverts par une couche très-mince de spath perlé, quelquefois même totalement à l'état de fer spathique; d'autres, dans lesquels la chaux carbonatée ayant été détruite, il ne reste que la croute, plus ou moins épaisse et de même forme, de spath perlé;

et enfin quelques-uns dans lesquels l'intérieur de ces espèces de carcasses est rempli par la même substance, qui y forme une agrégation de petits rhomboïdes, de la même manière que le zinc carbonaté se comporte avec les mêmes cristaux de chaux carbonatée.

En se livrant à l'opinion que semblent devoir faire naître les différentes circonstances dans lesquelles se rencontre la chaux carbonatée ferro-manganèsienne, ainsi que les faits qui accompagnent sa formation, il paroit que cette formation doit, bien souvent, remonter à une époque postérieure à celle qui a présidé à la formation d'une grande partie des substances avec lesquelles on la rencontre. Je dis simplement d'une grande partie; parceque l'on trouve, fréquemment aussi, diverses substances placées directement sur elle: telles que, par exemple, dans le Cumberland, des cristaux de zinc sulfuré, et surtout de chaux carbonatée pure. Aussi suis-je très-éloigné de penser, que le remplissage des filons se soit fait d'un seul jet; il n'a pas plus eu lieu de cette manière que cela n'est arrivé, en plus petits traits, à l'égard des substances qui ont fréquemment rempli les géodes calcédoniennes et autres. Je crois que la formation de cette substance peut avoir eu très-souvent pour cause, une décomposition de pyrites, et le transport, par voie sèche, c'est-à-dire par vaporisation, du fer qui en est résulté: formation dont on connoit des exemples offerts très-souvent par le zinc oxidé, ainsi que par celui carbonaté. On en connoit aussi un exemple très-frappant, dans la formation de ces beaux cristaux plats et très-brillants, de fer oxidé rhomboïdal, qui existent dans les fentes de la lave, soit au Mont d'Or en Auvergne, soit à Stromboli en Italie. On connoit aussi dans les filons, nombre d'exemples de parties fracturées, et réunies ensuite par des cristaux de spath perlé, dont la formation a bien certainement été postérieure à l'évènement quelconque qui avoit occasionné les fractures.

Mais si, sans nous occuper de la formation, par la voie humide, qui doit avoir eu lieu aussi dans nombre de cas, nous ne portons nos regards que sur celle dont il vient d'être question; cette formation s'est-elle faite alors de toute pièce? S'est-elle faite aux dépens de la

chaux carbonatée préexistante dans le filon, qui auroit alors éprouvé, en même temps, une action de décomposition et de reformation, et auroit, dans la dernière, englobé les parties martiales, &c. ? S'est-elle formée par simple pénétration ? Ou est-elle le résultat d'une véritable cémentation, analogue à celle, si généralement connue, du fer par le cuivre, dans les eaux vitrioliques ?

L'étude de cette substance laissant appercevoir des faits qui conduisent à sa formation, par ces quatre modes différents, le choix de l'un d'eux, pour s'arrêter sur lui exclusivement aux autres, seroit d'autant plus embarassant que, très-probablement, cette exclusion n'existe pas.

J'ajouterai, à ce qui vient d'être dit à l'égard des circonstances dans lesquelles la formation du spath perlé paroit avoir eu lieu, que partout où il existe des pyrites, et où la présence de la chaux carbonatée se montre en même temps, ou est dans le cas d'être présumée, on trouve fréquemment des traces plus ou moins considérables de cette substance : c'est ainsi, que les schistes calcaréo-argileux, et les masses de gypse, qui renferment quelquefois des rognons de pyrites martiales disséminés dans leur substance, et sont toujours plus ou moins mélangées de chaux carbonatée, montrent bien souvent aussi du spath perlé renfermé dans leur sein.

OBSERVATIONS SUR LE

FER SPATHIQUE.

Quoique les détails que je viens de donner sur la chaux carbonatée ferro-manganèsienne, soient peut-être absolument nécessaires pour faire connoître cette substance sous tous ses rapports, je me suis cependant un peu plus étendu sur eux, que je ne l'aurois fait, à raison du rôle capital qu'elle joue aujourd'hui dans la minéralogie, par ses rapports avec la mine de fer spathique. Un fait, observé depuis peu, dans cette substance, sert en effet, dans ce moment, de base à une discussion singulièrement intéressante, par son objet, mais qui le devient bien plus encore, par les conséquences qu'il semble qu'on se plaise à en tirer contre la cristallographie, cette branche nouvelle, mais encore imparfaite, de la minéralogie, et qui, malgré cette imperfection, a fait depuis peu de si grands progrès, et a rendu de si grands services à la science à laquelle elle a été appliquée. Des savants, d'ailleurs très-distingués, mais qui n'en ayant pas encore fait une étude particulière, n'ont pas été à même d'en connoître toute la solidité, n'y voyant que des difficultés, et exigeant d'elle, dans son enfance, plus qu'ils n'exigent des autres sciences dont la naissance a si considérablement dévancé la sienne, ne cachent pas le desir d'en arrêter les progrès en la dépréciant. Mais passons au narré du fait dont il vient d'être question. Nous le ferons suivre des observations que la nature nous met dans le cas de faire, pour travailler à son étude. Si elles ne sont pas satisfaisantes relativement à son explication, nous attendrons du temps et de l'expérience une explication plus complette; et, n'accusant de notre ignorance que nous-mêmes nous garderons précieusement, et dans toute leur intégrité, nos moyens, que nous perfectionnerons, et dont un jour sans doute nous ferons un usage plus parfait. C'est je pense le parti le plus sage à adopter.

La chaux carbonatée ferro-manganésienne, dont nous venons de nous occuper, n'est qu'une chaux carbonatée ordinaire, mélangée plus ou moins de fer et de manganèse, et, en cela, la chimie est parfaitement d'accord avec la minéralogie; mais, parmi les cristaux regardés comme appartenant à cette substance, il en existe plusieurs qui, ayant presque toujours pour forme celle des rhomboides primitifs et lenticulaires de la chaux carbonatée pure,* et ne présentant à l'œil que de très-légères différences, ne peuvent être de même dissouts dans l'acide nitrique à froid. Leur pésanteur spécifique est alors de beaucoup supérieure, et va même jusqu'à 39,000 et plus; mais celle moyenne, que j'ai prise sur dix échantillons de différentes variétés, et de différents pays, peut être fixée entre 37,500 et 38,500. Ces cristaux avoient été désignés sous le nom de mine de fer spathique; et Bergman, d'après l'analyse qu'il en avoit faite, les avoient dits composés de 38 parties de chaux carbonatée, 31 de fer oxidé, et 24 de manganèse oxidé.

Mr. l'Abbé Haüy, appuyé sur cette analyse, et dirigé par la variabilité des doses de fer et de manganèse que renferme le spath perlé, ainsi que par l'identité absolue entre ses formes et celles de la chaux carbonatée pure, (les cassures, qui indiquent la direction des lames, étant aussi absolument les mêmes) n'a pas hésité à regarder le fer spathique comme n'étant qu'une variété de la chaux carbonatée pure. Cette conclusion étoit toute naturelle; elle étoit même, en quelque sorte, forcée pour lui, comme cristallographe.

Cependant, une nouvelle analyse faite récemment par Mr. Drappier, N°. 103 du Journal des Mines, est venue détruire le résultat de celle donnée par Bergman, et tend à prouver que la mine de fer spathique ne contient, ni chaux carbonatée, ni manganèse. Cette analyse a été faite sur trois échantillons différents. L'un venoit d'Ustéligny, près de Baigorry, dans la Basse Navarre; il étoit en

*On y rencontre aussi le rhomboïde primitif avec le sommet remplacé par un plan perpendiculaire à l'axe, fig. 14 et 15, variété que je n'ai jamais observée dans le spath perlé. Romé de l'Isle dit y avoir vu ce même rhomboïde avec trace des plans de la 36eme modification, fig. 352.

masse, en partie à très-petits grains, et presque compacte, et en partie à gros grains, très-lamelleux, présentant trés-distinctement, à la cassure, la forme rhomboïdale, et hérissé de cristaux en rhomboïdes lenticulaires. Sa couleur étoit d'un blanc grisâtre et en quelques endroits, d'un rouge de chair foncé et sale. Sa pésanteur spécifique étoit de 38,300.

Le second échantillon étoit de Vaunaveys, près de Grenoble, en Dauphiné ; il étoit à gros grains, présentant très-distinctement, à la cassure, la forme rhomboïdale, mais n'ayant aucun cristaux. Sa couleur étoit d'un jaune brunâtre peu foncé ; et sa pésanteur spécifique étoit de 36,000. Parmi ses grains rhomboïdaux, ce morceau en contenoit quelques-uns de chaux carbonatée blanche pure.

Le troisième enfin étoit d'Allevard en Dauphiné. Il étoit de même d'un jaune brun, fort bien cristallisé et très-homogène. Mr. Drappier n'en donne pas la pésanteur spécifique.

L'analyse de ces trois échantillons lui a donné*

	Pour celui d'Ustéligny.	*Pour celui de Vaunaveys.*	*Pour celui d'Allevard.*
Oxide de fer au minimum	52,75°	42,38	42,38
Magnésie	5°,00	14,00	13,60
Eau et acide carbonique	42,25°	43,62	43,22
	100,00	100,00	99,02

Peu de temps après, Mr. Bergman, fils du célèbre chimiste auquel étoit due la première analyse de cette substance, a donné, pour celle d'un échantillon de mine de fer spathique qui lui avoit été fourni par le musée, *Journal des Mines*, N°. 111,

* Mr. Drappier, ne voulant pas décider si, dans cette substance, le fer est oxidé au maximum ou au minimum, donne cette analyse, suivant ces deux suppositions. J'ai choisi celle dans laquelle le fer est supposé être oxidé au minimum, parcequ'il me semble que c'est à cet état qu'il est, dans le fer spathique, ainsi que dans la chaux carbonatée manganéso-martiale ; ce qui fait que tous les fers spathiques qui n'ont éprouvé aucune altération, agissent plus ou moins fortement sur le barreau aimanté.

Fer	20,5
Manganèse . . .	4,5
Acide carbonique uni au fer	6,8
Carbonate de chaux .	41,0
Carbonate de magnésie	7,0
Perte et Eau . .	17,2
Pyrite . . .	3,
	100,00

Enfin, dans le 105 N°. du Journal des Mines, Mr. Collet Des Costils, dans un mémoire parfaitement bien fait et très-sage sur le fer spathique, après avoir passé en revue les travaux qui avoient été faits sur lui en différents temps, donne le détail de nouvelles analyses faites par lui sur deux nouveaux échantillons de cette même substance: l'un, de Vaunaveys, ayant pour pésanteur spécifique 36,000, d'un jaune brunâtre, demi-transparent, à cassures lamelleuses, et à lames parfaitement planes, comme celles de la chaux carbonatée pure; l'autre d'Allevard, ayant 38,400 pour pésanteur spécifique de couleur grisâtre, opaque, de cristallisation confuse, et ayant ses lames souvent contournées. Le résultat de ces analyses a été

	Pour celle de Vaunaveys.	*Pour celle d'Allevard.*
Fragments de Quartz .	0	2
Oxide rouge de fer .	49	50,5
Manganèse . . .	1,5	de 9 à 10
Magnésie . . .	12,5	2
Chaux . . .	0,3	0,5
Perte par la calcination .	37,5	34,5
	100,8	99,5

D'un autre côté, le même N°. 105 du Journal des Mines, renferme un mémoire de Mr. Bucholz, qui donne l'analyse d'une autre variété de mine de fer spathique, d'un brun jaunâtre tirant au vert, à gros et à petits grains rhomboïdaux, et ayant 33,000 pour pésanteur spécifique. Cette analyse lui a donné 59,5 d'oxide de fer imparfait, 36 d'acide carbonique, 2 d'eau et 2,5 de chaux. On doit être étonné du peu de pésanteur spécifique de ce fer spathique, vu surtout la grande quantité de fer qu'il contient, qui le rend une des variétés les plus riches de cette substance : ne se seroit-il pas glissé quelque erreur dans l'opération qui a servi à la fixer ? Mr. Collet Des Costils conclut, avec juste raison, de tout ce qui a été fait sur le fer spathique, que cette substance varie dans sa composition; ce qu'il est plus facile de penser, que d'imaginer qu'un chimiste du mérite de Bergman se soit trompé, au point de donner $\frac{38}{100}$ de chaux carbonatée et $\frac{24}{100}$ de manganèse, pour parties constituantes d'un minérai qui ne renfermoit ni l'un ni l'autre.

Ainsi que la chaux carbonatée, le fer spathique en masse lamelleuse, qui est son état le plus habituel, lorsqu'il n'est pas en cristaux déterminés, est à grandes ou à petites lames. Les premières portent, en Dauphiné, le nom de maillat, et les autres, celui de rives. Le maillat étant la nature de l'échantillon qui avoit donné de la magnésie à Mr. Collet des Costils, ce savant pense qu'il est probable que cette dernière substance occasionne la différence qui existe dans le grain des fers spathiques ; et, dans ce cas, il dit que la magnésie expliqueroit pourquoi le maillat est plus difficile à fondre que le rives, lorsqu'il n'a pas été exposé pendant long-temps à l'air libre : c'est à l'expérience à prononcer. Mais que, du moins un grand nombre des variétés de fer spathique d'Allevard, ainsi que de celles de Vaunaveys, renferment du manganèse, c'est un fait dont je suis certain : les plus beaux morceaux de manganèse efflorescent d'un blanc argentin, d'un rouge fleur de pêcher, et du noir le plus foncé, que je possédois autrefois, ayant été ramassés, par moi-même, parmi les morceaux de cette substance que l'exposition à l'air avoit décomposés, et fait passer

au brun rougeâtre et quelquefois noirâtre, connu sous le nom de fer hépatique.

Toutes les analyses, qui viennent d'être citées, s'accordent dans un fait très-capital, pour la cristallisation, considérée comme caractère spécifique dans la minéralogie, qui est la privation, soit totale, soit presque totale, de la chaux carbonatée, du moins dans un grand nombre d'échantillons de fer spathique, dont la forme n'en est pas moins exactement la même, sous tous les rapports, que celle qui appartient à cette substance. On s'est empressé d'en tirer la conclusion, au moins précipitée, que les caractères tirés de la forme sont un guide très-fautif en minéralogie.

Il est bien certain que ce fait singulier est fait pour fixer, dans ce moment, l'attention sur une substance dans laquelle tout rappelle si fortement la chaux carbonatée, que Wallérius et Cronstedt, deux des plus savants minéralogistes qui aient illustré cette science, et qui n'étoient nullement cristallographes, l'ont considérée tous deux comme une chaux carbonatée mélangée de fer.

Du moment où j'ai connu les faits dont ils vient d'être question, mon premier soin a été de vérifier la forme du fer spathique, et de reconnoître si, en effet, elle étoit absolument la même que celle de la chaux carbonatée. Le résultat de cette nouvelle recherche a été de me prouver, sans qu'il put rester aucune espèce de doute, que le rhomboïde du fer spathique étoit exactement le même que celui de la chaux carbonatée : égalité parfaite dans la mesure des angles, ainsi que dans le rapport des cotés entre eux, de même que dans celui des diagonales. Bien plus, la molécule cristalline ou intégrante de la chaux carbonatée n'étant pas le rhomboïde, mais la moitié exacte de ce rhomboïde, j'ai essayé ce nouveau clivage sur le fer spathique, et ai réussi, sur plusieurs, à l'effectuer d'une manière très-exacte, et même sur quelques-uns très-facilement : on sait que le fer spathique se clive aussi, avec une grande aisance, suivant une direction parallèle aux plans du rhomboïde primitif. Il ne peut donc rester aucun doute sur l'identité complette, à l'égard de la forme cristalline.

Passons maintenant aux autres moyens d'étude que la nature nous offre, pour asseoir notre opinion sur l'origine de cette substance, une des plus singulières sans doute de celles que nous offre la minéralogie. Ainsi que l'a très-bien observé Mr. l'Abbé Haüy, la nature ne passe pas d'un saut, de la chaux carbonatée pure au fer spathique; elle y passe par les variétés du spath perlé, dans lesquelles le fer et le manganèse augmentent progressivement, depuis le spath perlé tout-à-fait blanc qui se dissout avec facilité dans l'acide nitrique, jusqu'à celui d'un gris jaunâtre plus ou moins foncé, dont la dissolution est plus ou moins difficile, et est un temps considérable à se faire. On arrive enfin, en observant toujours le même aspect extérieur, et les mêmes formes, à une variété qui n'est plus dissoluble dans l'acide nitrique à froid, qui est beaucoup plus pésante, et ne contient plus que très-peu, et même souvent pas du tout, de chaux carbonatée, et conséquemment au fer spathique.

On trouve fréquemment sur le même morceau, le spath perlé, très-dissoluble, celui de dissolution plus lente, et le fer spathique, dans lequel elle ne peut plus avoir lieu; et cela, de manière à les confondre tous les trois, en les considérant comme étant absolument la même substance: ce qui est en effet arrivé dans nombres de cabinets de minéralogie, où des morceaux de spath perlé contenant beaucoup de chaux carbonatée, sont placés pêle-mêle avec des morceaux qui en contiennent fort peu, et même pas du tout, et qui sont véritablement à l'état de fer spathique.

Le spath perlé, qui sert souvent de gangue à la mine de cuivre de Grosscamsdorf en Thuringe, montre très-fréquemment cette réunion, sur un même morceau.

Il en est de même à l'égard de la variété en masse lamelleuse, soit à grandes, soit à petites lames. Il existe aussi des variétés dans lesquelles la chaux carbonatée est très-abondante, et c'est sans doute un échantillon appartenant à l'une d'elles qui a servi à Bergman, pour son analyse, et qui vient récemment de servir au même objet à Mr. Bergman fils. Je possède des fragments d'un morceau de fer spathique de ce genre; il y est à grandes lames rhomboïdales, la

plupart desquelles sont faciles à cliver, suivant leurs grandes diagonales. La masse à laquelle ces fragments appartenoient, étoit d'un gris jaunâtre dans une de ses parties, et passée au brun noirâtre foncé dans les autres. Ce fer spathique se dissout très-lentement dans l'acide nitrique à froid ; mais il s'y dissout complettement, même sans avoir été préalablement pulvérisé. Quelques-uns de ces fragments ont, adhérentes à eux, des parties totalement à l'état de chaux carbonatée pure d'un très-beau blanc, et dont les lames font suite non interrompue avec celle du fer spathique.

Il existe, près du Moutier, dans la Tarentaise, en Savoie, dans l'endroit où a été trouvée la belle variété fibreuse de titane oxidé d'un jaune doré, un mélange de chaux carbonatée pure et de fer spathique, tous deux en masse lamelleuse, et bien faits pour faire voir d'une manière très-sensible le fait que je viens d'observer. Je possède plusieurs morceaux de cette intéressante substance, qui m'ont été envoyés par mon respectable ami Mr. Gillet de l'Aumont. Tous ces morceaux sont, ainsi qu'il vient d'être dit, en partie de chaux carbonatée pure en masse lamelleuse à grandes lames, et en partie à l'état de fer spathique d'un gris brun un peu jaunâtre, en décomposition à la surface ; et c'est sur cette dernière partie qu'est placé le titane oxidé jaune doré. En examinant avec attention ces morceaux, on observe, sur quelques-uns d'eux, une correspondance très-parfaite entre les lames de la chaux carbonatée pure et celles du fer spathique, au point de ne pouvoir douter un instant qu'elles ne doivent appartenir originairement à la même substance, dont la formation a dû être dirigée par une seule et même loi. Le fer spathique, ainsi que la chaux carbonatée pure, s'y divisent également tous deux, et assez facilement, suivant la direction de la grande diagonale de deux de leurs plans rhombes opposés. Un des morceaux que je viens de citer, offre même, à cet égard, un fait très-intéressant ; une grande masse rhomboïdale de chaux carbonatée pure s'y montre sous la forme de la moitié exacte du rhomboïde primitif, telle qu'on pourroit l'avoir par le clivage, et le plan de section est totalement recouvert par une grande lame mincede fer oxidé de

l'espèce cubique, qui fréquemment est mélangé lui même de titane : de sorte qu'il paroît que la nature a opéré ici la cristallisation de la chaux carbonatée, par molécules cristallines simples, ou moitiés de rhomboïdes, ainsi qu'elle le fait si fréquemment dans la formation des macles. Le fer spathique dans ces morceaux est très-imparfait ; il renferme beaucoup de chaux carbonatée, et son lustre est un peu moins brillant que celui du fer spathique parfait : il se dissout plus facilement dans l'acide nitrique, et est dans le cas d'être considéré comme étant un passage très-marqué de la chaux carbonatée au fer spathique. Lorsqu'il se décompose, ses rhomboïdes deviennent très-poreux, par la perte, non seulement de l'acide carbonique, mais encore de la chaux même qu'ils renfermoient. On trouve, dans différents cantons des Alpes Dauphinoises, de grands rhomboïdes de fer d'un brun rougeâtre, connus sous le nom de fer hépatique, qui sont de même plus ou moins caverneux, et dont l'origine est due de même aussi à la décomposition d'un fer spathique qui renfermoit beaucoup de chaux carbonatée : ces rhomboïdes, qui sont souvent très-friables, sont quelquefois aussi d'un jaune ocreux. Ce fait semble annoncer que, parmi les fers spathiques, dans le plus grand nombre desquels le fer est à l'état très-voisin de celui métallique, et dont le produit de la décomposition est toujours alors un oxide de fer brun, il en existe aussi dans lesquels ce métal y est renfermé sous un état déjà très-oxidé, et dont le produit de la décomposition est alors un oxide d'un jaune ocreux. La plupart de ces derniers appartiennent principalement à la classe de ceux qui renferment une dose considérable de chaux carbonatée ; ce qui fait que, lorsqu'ils sont placés dans l'acide nitrique, au lieu d'être dissouts en entier, comme ceux dans lesquels le fer est voisin de l'état métallique, ils laissent précipiter le fer oxidé qu'ils contiennent.

Il me paroit non douteux, d'après ces détails, que le fer spathique doit sa forme à la chaux carbonatée : il existe même des cas dans lesquels ce fait paroît parfaitement démontré. Mais, dans celui qui ne contient que de légères traces de chaux carbonatée, et même bien souvent pas du tout, comment cette forme a-t-elle pu lui être don-

née? C'est ici où gît toute la difficulté, et j'avoue qu'elle me paroit être d'une résolution très-difficile, et qui peut-être même exigeroit des connoissances ultérieures, que nous avons d'autant moins été à même d'acquérir, que nos regards se portent pour la première fois sur elle. Nous ne pouvons, je pense, en essayer l'explication que par trois moyens différents: ou en disant 1° que la chaux carbonatée, en se formant, a enclavé dans sa substance une dose considérable de fer, et qu'ensuite cette chaux, ayant été détruite, elle a été remplacée par l'introduction de nouvelles molécules de fer: c'est ainsi que, dans la pétrification du bois par la calcédoine, leurs pores et autres parties vides ayant été les premières qui se soient remplies par la substance calcédonienne à l'état pur, et par là le plus souvent incolore, les nouveaux vides qui ont ensuite résulté de la décomposition complette des parties ligneuses, ont été de rechef remplis par la substance calcédonienne; mais alors colorée le plus souvent en brun, par les parties carboniques et bitumineuses du bois.

2° Ou en disant que cette substance est le résultat d'une simple infiltration: ce qui peut bien avoir eu lieu dans quelques cas; mais ce qui alors n'auroit pas fait disparoître complettement la chaux carbonatée.

3° Ou enfin, en regardant cette formation comme ayant eu lieu par un véritable acte de cémentation.

Je vais placer ici quelques faits particuliers, qui me paroissent dignes de fixer l'attention, et peuvent être de quelque utilité, dans la recherche qui nous occupe dans ce moment.

Le premier, est fourni par un groupe de cristaux de chaux carbonatée lenticulaire d'environ 6 pouces de longueur, sur 4 de largeur, et dont l'épaisseur n'a que celle des cristaux, qui sont groupés en se pénétrant l'un l'autre très-exactement. Sur le milieu d'une des faces de ce groupe, est un noyau pyriteux décomposé, qui n'a laissé trace de son existence que par une masse informe de fer oxidé d'un brun jaunâtre. Autour de cette petite masse, et sur une circonférence qui occupe à peu-près la moitié de celle du morceau,

la surface des cristaux de chaux carbonatée est colorée, sur une épaisseur très-sensible, en un jaune brun, et est pénétrée de fer. Il n'est pas possible de douter que cet effet ne soit produit par la décomposition de la pyrite: la partie calcaire de la surface, qui a été décomposée, s'étant combinée avec l'acide sulfurique, a même recouvert en outre cette même surface de petits cristaux de gypse. Mais ce qui surtout rend ce morceau intéressant, c'est que la surface inférieure, et sur un endroit directement opposé, et de la même grandeur que la partie supérieure colorée, a partagé le même coloris, la même pénétration de fer, et la même formation de petits cristaux de gypse; quoique aucune fissure, du moins apparente, ne puisse expliquer le passage de l'acide sulfurique chargé de fer, de la surface supérieure à celle inférieure; ce passage paroît sensiblement avoir eu lieu par pénétration. Ce morceau est du comté de Durham, en Angleterre: il existe dans le cabinet de Sir John St. Aubyn.

Je possède, venant de la mine de cuivre de Grosscamsdorf en Thuringe, citée précédemment, une suite de morceaux extrêmement intéressants à l'objet dont nous nous occupons. Les uns appartiennent à des groupes de chaux carbonatée pure, ou à très-peu près pure, en rhomboïdes lenticulaires, placés sur une base de fer oxidé d'un brun rougeâtre, ayant fort peu de consistance et qui, pour l'ordinaire, est le produit de la décomposition, soit d'une pyrite martiale, soit d'un fer spathique. Dans d'autres de ces morceaux, les cristaux de chaux carbonatée sont colorés en un brun foncé, et, étant cassés, les uns laissent appercevoir que leur couche supérieure, qui est pénétrée par le fer, est seule de cette couleur, le reste étant de chaux carbonatée pure; d'autres ont leur noyau et leur couche extérieure, de chaux carbonatée pure, et l'entre-deux occupé par une couche, souvent assez épaisse, de fer oxidé brun pulvérulent; dans d'autres enfin, le noyau rhomboïdal est totalement à l'état de fer oxidé pulvérulent, la couche supérieure seule étant à l'état de chaux carbonatée pure. Quelques-uns de ces morceaux ont la partie qui sert de base aux cristaux, à l'état de chaux carbonatée pure, d'un blanc un peu

jaunâtre, et appartenant à la variété en masse lamelleuse à couches concentriques qui, en se cassant, présente une concavité répondant à une convexité du même diamètre, placée dans le morceau détaché. Vers la surface supérieure, cette partie de chaux carbonatée passe insensiblement, ainsi que j'ai dit que le faisoit celle du Moutier, au Mont-blanc, à l'état de fer spathique, d'un brun foncé, qui se termine enfin, à la surface même, en grands rhomboïdes primitifs au même état martial : ils sont alors fréquemment recouverts par une couche de chaux carbonatée pure. Souvent aussi ces rhomboïdes de fer spathique, étant arrivés à la surface, y forment des appendices, par l'accumulation d'autres rhomboïdes semblables et de la même grandeur, placés les uns sur les autres : la surface de ces appendices est souvent alors recouverte de même par une couche de chaux carbonatée pure ; et ces mêmes appendices étant cassés, on reconnoit que, dans toute la longueur de leur axe, la partie centrale est constamment de fer spathique, mais imparfait et se dissolvant dans les acides, ainsi que celle du Moutier. Le tout est placé de même sur une base de fer oxidé, d'un brun rougeâtre, et friable.

Je possède un morceau qui est extrêmement intéressant sous ce rapport, mais dont j'ignore absolument la localité. Il est formé par un mélange de chaux carbonatée compacte et de chaux carbonatée lamelleuse. La chaux carbonatée compacte est, soit d'un blanc mat, soit d'un gris plus ou moins foncé : celle lamelleuse est en partie mélangée de fer oxidé, d'un jaune brun ; les parties lamelleuses y sont beaucoup plus multipliées que les autres. On ne peut mieux comparer l'aspect que présente ce morceau, qu'à un jaspe fortement chargé d'argile martiale, mais ayant conservé çà et là, et d'une manière assez rapprochée, des parties de calcédoine pure. Un fragment de cette chaux carbonatée, mis dans l'acide nitrique, s'y dissout d'abord avec une vive effervescence, à raison des parties de chaux carbonatée pure qu'il renferme ; mais cette effervescence se ralentit peu à peu et finit par disparoître totalement. Le fragment conserve toujours sa même forme ; mais il a perdu sa consistance et s'écrase facilement sous les doigts. Ce morceau con-

tient en outre, dans l'intérieur de sa substance, de l'argent natif, et même quelques parties d'argent corné.

Je possède enfin un petit morceau, dont j'ignore de même la localité, et qui, dans une cavité dont les parois sont formées par de petits cristaux de quartz, renferme des cristaux très-parfaits et exactement semblables au rhomboïde lenticulaire de la chaux carbonatée, dont un d'eux a au moins cinq lignes de diamètre. Leur partie extérieure est en entier de quartz légérement mélangé de fer, tandis que leur partie centrale est un mélange de beaucoup de fer oxidé brun et de quartz.

J'ai pendant longtemps considéré le fer spathique, comme le résultat d'une simple cémentation de la chaux carbonatée par le fer, ainsi que l'avoit fait le célèbre Romé de l'Isle. Cependant, remarquant ensuite que cette substance ne se montre pas simplement par petites places et cantons isolés dans les filons, mais constitue, à elle seule, nombre de ces mêmes filons, dont la présence est quelquefois très-multipliée, dans la même montagne, et dont la masse en est, ou totalement, ou presque totalement composée, tel qu'à Allevard et Vaunaveys en Dauphiné, à Baygorry en basse Navarre, à Arzberg et à Eisenertz en Carinthie, &c. &c. et ne pouvant me faire une idée d'un travail de cémentation aussi considérable, non plus que des moyens qui pouvoient l'avoir opérée, je trouvai de grandes difficultés dans cette manière de considérer le fer spathique, et embrassai l'opinion de Mr. l'Abbé Haüy. D'ailleurs, la conservation parfaite, non seulement de la forme de la chaux carbonatée, mais en outre, de celle des joints naturels de ses molécules, qui permet le clivage de la même manière, jusque dans les plus petites parties des masses, me paroissoit aussi former de grandes oppositions à cette opinion. Jusqu'à ce moment, en effet, tous les cristaux résultants de la cémentation d'une substance par une autre, que nous connoissions, tels que ceux de chaux carbonatée par le zinc, le quartz, &c. ont refusé constamment de se soumettre au clivage propre aux substances dont ils avoient la forme.

Cependant l'observation nous fait voir que la cémentation s'est faite quelquefois en grand, dans les filons: le zinc carbonaté, de

cémentation, s'est souvent montré, en Angleterre, occuper un espace considérable, dans les filons de galène renfermant du zinc sulfuré. Dans les environs de Montbrison en forez, on trouve, disséminé, sur la surface d'une petite étendue de terrein bordé par des roches de granit, un assez grand nombre de dodécaèdres pyramidaux communs, ou de la 36me modification de la chaux carbonatée, cémentés en quartz. Quelques-uns d'eux ont plus d'un pied de longueur, quoiqu'ils ne montrent que leur pyramide supérieure et seulement une petite partie de celle inférieure, ainsi que le feroient des cristaux semblables de chaux carbonatée détachés de la gangue sur laquelle ils auroient été implantés : ces cristaux ont souvent, de petites parties de granit adhérentes à eux. On rencontre quelquefois aussi, parmi eux, le rhomboïde muriatique ou de la 17me modification ; mais les cristaux en sont beaucoup plus petits, et beaucoup moins abondants. Quelques-uns de ces cristaux, et principalement les plus grands et en dodécaèdres, sont caverneux dans leur intérieur ; mais, parmi les plus petits, j'en ai vu de parfaitement pleins, et j'en ai même observé plusieurs doués d'une assez belle transparence. On remarque encore quelquefois, parmi ceux qui sont caverneux, de petites parties de chaux carbonatée, qui viennent déposer sur la nature de leur première origine. Après avoir, pendant quelques temps, cherché, sur le lieu même, l'endroit d'où ces cristaux pouvoient provenir, j'en ai apperçu, à la fin, un reste de couche, placé entre des roches de jaspe calcédonien et d'autres de granit, et dont il paroissoit que la presque totalité avoit été détruite. La cémentation seule peut, ici, avoir été la cause de la formation de ces cristaux de quartz ayant admis une des formes propres à la chaux carbonatée. On rencontre des exemples du même genre en plusieurs autres endroits : tel est le quartz, de même en dodécaèdres pyramidaux de la chaux carbonatée, qui se trouve à Schneeberg en Saxe, et à Schemnitz en Hongrie ; celui en cubes et octaèdres de la chaux fluatée de Beeralston en Devonshire, comté de l'Angleterre ; celui en cristaux lenticulaires de la chaux sulfatée de

Passi, près de Paris ; celui en tables quarrées de la baryte sulfatée de Schemnitz, de Schneeberg, &c. &c.

Il existe, près de Bristol en Angleterre, dans le même endroit où a été trouvé le stronthian sulfaté, un exemple frappant de cette espèce de cémentation de la chaux carbonatée par le quartz. Là, se montre une réunion confuse de cristaux, dont le ciment est un oxide de fer brun. Leur forme appartient, soit aux variétés, fig. 352 et 353. pl. 22. soit à celles fig. 324 et 325. pl. 25. avec ou sans les plans du rhomboïde primitif au sommet. Ces cristaux, étant séparés de l'oxide de fer qui les unit très-fortement les uns aux autres, offrent l'aspect de cristaux très-parfaits de chaux carbonatée, dont la surface seroit pénétrée et colorée par de l'oxide de fer brun ; mais cette surface est complettement à l'état quartzeux. Cassés, les plus grands présentent, dans leur intérieur, une cavitée plus ou moins grande, au moyen de laquelle ou apperçoit que le quartz, qui forme la substance entière de ces cristaux, est cristallisé en dodécaèdres ayant leurs pyramides séparées par un prisme court: dans les plus petits, cette cavité n'est pas sensible, et le quartz y est alors à l'état granuleux. Comme ces cristaux se cassent facilement, la plupart des morceaux de cette pierre offrent le simple aspect d'un mélange de petits groupes de quartz cristallisé et d'oxide de fer ; mais, avec un peu d'attention, on reconnoît que chacun de ces petits groupes appartient à l'intérieur de véritable cristaux, qui ont été cassés, et on en apperçoit ensuite plusieurs autres encore intacts. Nul doute que ces cristaux n'aient appartenu à la chaux carbonatée : ils n'en conservent cependant, dans ce moment, aucune parcelle, et le fer oxidé, qui leur sert de ciment, n'en dévoile lui même aucune trace, du moins dans ceux des morceaux de cette pierre qne j'ai essayé ; il y est au contraire pénétré de beaucoup de quartz.

Mais, connoissons-nous bien encore tout ce qui concerne les faits de la cémentation, et même de la pénétration minéralogique, ainsi que leurs loix ? la plupart des résultats qui leur appartiennent, ne nous sont connus que depuis fort peu de temps. Parmi eux, nombre nous étonnent encore, au point que plusieurs savants minéralogistes

résistent à les considérer comme tels, en les regardant comme étant des variétés directes des formes cristallines de la substance qui aujourd'hui les compose: telle est, par exemple, l'opinion de quelques personnes, à l'égard de la belle calcédoine bleue en cube, de Torda, dans le Siebengeburgen, et de Sibérie; de la stéatite de Gopfersgrün, dans le Bayreuth, dont la forme appartient, tantôt à celle du quartz, tantôt au rhomboïde, soit primitif, soit lenticulaire, de la chaux carbonatée, et a même admis quelquefois la forme contournée particulière au spath perlé, &c. &c.

La cémentation agit de deux manières différentes sur les substances qui l'éprouvent. Dans l'une, elle les décompose totalement, et, ne laissant absolument rien de leurs parties composantes, précipite, à leur place, une autre substance de nature totalement différente: telle est la cémentation de la chaux carbonatée par le quartz. Dans l'autre, elle décompose de même la substance; mais, n'en enlevant que la base terreuse modifiée, elle précipite, combinée avec son modificateur, une autre base: telle est la cémentation de la chaux carbonatée par le zinc, d'où résulte un remplacement de la substance détruite et moulé dans la même forme, du zinc carbonaté.

Dans la cémentation de la chaux carbonatée par le zinc, le zinc carbonaté qui en résulte, paroit habituellement s'être déposé en masse comfuse de cristaux généralement mal déterminés. Mais est-il donc bien certain que, dans cette opération, lors de la décomposition, qui peut avoir lieu par une action très-lente, la forme des molécules de la substance détruite ne puisse servir de moule exact à celles qui les remplacent, en les forçant alors de prendre leur même forme? Si ce fait pouvoit exister, et j'en sens la possibilité, le cristal, produit par la cémentation, ne seroit plus alors le résultat d'une opération purement chimique, mais bien celui d'une simple opération méchanique, dans laquelle le même ordre entre les molécules du cristal, soumis à la cémentation, ayant été conservé, la forme non seulement devroit rester la même, mais le clivage devroit aussi avoir lieu de la même manière,

Quoiqu'il soit, je pense, assez rare de rencontrer des minérais de fer spathique, qui ne renferment absolument aucune trace de manganèse, et que, dans plusieurs au contraire, cette substance paroisse y être contenue en assez grande quantité, il n'y a cependant aucun doute que quelques-uns ne soient complettement privés de cette substance métallique. Si quelques caractères extérieurs pouvoient déterminer quels sont ceux de ces minérais de fer qui sont dans ce cas, ils y détermineroient bien certainement une variété. A ce défaut, nous nous contenterons d'indiquer ici son existence, en ajoutant cependant que, parmi les variétés de fer spathique, celles auxquelles l'action de la chaleur fait prendre promptement une couleur noire, doivent être regardées comme étant manganésiennes.

Le fer spathique est en outre mélangé de magnésie. Dans les trois analyses données par Mr. Drappier, et citées cy dessus, il a trouvé $\frac{5}{100}$ de cette terre, dans l'échantillon d'Ustélégny, $\frac{13}{100}$ dans celui d'Allevard, et $\frac{14}{100}$ dans celui de Vaunaveys. Mr. Collet des Cotils a trouvé de même $\frac{13,8}{100}$, dans un échantillon de Vaunavey, et de $\frac{9}{100}$ à $\frac{10}{100}$, dans un d'Allevard. Aucun caractère extérieur ne peut déterminer non plus, quels sont les morceaux qui peuvent la renfermer. Mr. Collet des Cotils croit, il est vrai, que la différence dans le grain de ces divers minérais, pourroit peut-être servir d'indication à cet égard et que celui à larges facettes paroitroit indiquer la présence de la magnésie ; mais je pense que l'observation qui l'a engagé à adopter cette opinion, dérive de quelques circonstances purement accidentelles, et qu'il n'y a d'autre différence entre les minérais de fer spathique à grandes et à petites facettes, que celle qui existe entre les variétés semblables, dans la chaux carbonatée. Le fer spathique, en outre du fer et des parties de chaux carbonatée qu'il renferme souvent, est donc sujet à se mélanger avec du manganèse et de la magnésie.

Je terminerai cet article, par la citation d'un fer spathique, que je crois magnésien, et qui n'a pas encore été décrit : il se rencontre dans les mines de cuivre, ainsi que dans celles d'étain, de Cornwall. Cette variété s'y montre le plus communément en groupes de petits

cristaux, appartenant au rhomboïde de 61° 12′, et 118° 48′, (19me modification;) et les rhomboïdes y sont, ou complets, fig. 202, ou avec conservation des plans du rhomboïdes primitif, fig. 205, ou ayant l'angle saillant de leur sommet remplacé par un plan perpendiculaire à l'axe, fig. 202bis. Ces cristaux sont ordinairement fort petits: les plus grands que j'en aie vus, avoient à peine deux lignes de longueur. Leur couleur la plus habituelle est un jaune brun, souvent un peu verdâtre; mais ils se montrent aussi du jaune brun clair, propre au fer spathique. Pour l'ordinaire, ils sont doués d'une assez belle transparence. Leur pésanteur spécifique diffère très-peu de 39,00. Leur dureté est analogue à celle ordinaire du fer spathique. L'acide nitrique n'exerce à froid aucune action sur eux.

Il s'en est offert, depuis peu, dans le même canton, une variété fibreuse très-intéressante. Elle est en couches minces, chacune desquelles est composée de la réunion de deux autres petites couches, d'environ une ligne et demie d'épaisseur, et, à leur point de réunion, elles sont séparées par une petite couche extrêmement mince, composée d'une substance magnésienne stéatitique d'un vert brun, mélangée de petites pyrites martiales. Chacune de ces deux couches, est composée de fibres parallèles, bien souvent contournées, et réunies étroitement les unes aux autres. Leur couleur est un brun jaunâtre. Mise, à froid, dans l'acide nitrique, cette substance y fait d'abord une effervescence très-légére, et simplement indiquée par le dégagement de quelques bulles: cette effervescence dure jusqu'à ce que les fibres se soient totalement séparées les unes des autres; après quoi, l'acide n'a plus aucune action quelconque sur ces mêmes fibres.

CHAUX CARBONATÉE MAGNÉSIENNE MARTIALE.

Parmi les variétés de chaux carbonatée magnésienne qui ont fait l'objet d'un des articles précédents, il est bien rare d'en rencontrer qui ne renferment pas quelques traces, plus ou moins considérables, de fer ; mais, dans plusieurs, ce métal y entre en dose assez grande pour en faire une véritable variété : il s'y mêle communément aussi quelques parties de manganèse.

C'est à cette variété qu'appartient la pierre de Creutzwald, analysée par Mr. Bayen, et dans laquelle il a trouvé, 75 de carbonate de chaux, 12 de carbonate de magnésie, et 13 de fer oxidé.

C'est aussi à elle qu'appartient encore la chaux carbonatée qui a été trouvée dans un filon de la mine de plomb de Pezey en Savoie, et a été décrite et analysée par Mr. Berthier, dans le No. 109 du Journal des Mines de France. Ce minéralogiste dit, qu'elle appartient au rhomboïde primitif de la chaux carbonatée, et que, comme elle, elle se clive, avec une très-grande facilité, parallélement aux plans du rhomboïde, et se divise en outre suivant ses grandes diagonales. Sa couleur a une légère teinte jaunâtre, et sa transparence est quelquefois parfaite. Elle devient noire, par l'action de la chaleur, et fait peu d'effervescence avec les acides, lorsqu'elle n'a pas été préalablement pulvérisée. L'analyse lui a donné, pour ses parties constituantes, 43,5 de chaux, 10,0 de magnésie, 8,0 de fer oxidé noir, 3,0 de manganèse oxidé blanc, et 26,5 d'eau et d'acide carbonique.

CHAUX CARBONATÉE BITUMINEUSE.

Chaux Carbonatée Bituminifère, Haüy.

La chaux carbonatée mélangée de bitume est très-commune et appartient, ainsi que je l'ai déjà dit, soit à la chaux carbonatée en masse lamelleuse, soit à celle en masse compacte, soit à celle en masse terreuse ou chaux carbonatée commune. Son existence est particulière aux roches et montagnes secondaires.

Cette chaux carbonatée, étant grattée avec un corps dur, répand une odeur bitumineuse plus ou moins forte et peu agréable.

Elle est colorée, soit en un gris tirant plus ou moins sur le brun, soit en brun foncé, soit même en noir.

Parmi les marbres de cette dernière couleur, un grand nombre la doit au bitume; tels sont, par exemple, les marbres noirs du Brabant, connus sous le nom de marbres de Dinant et de Namur. Dans les marbres colorés de différentes couleurs, fréquemment les parties noires lui appartiennent.

Cette chaux carbonatée, lorsqu'en même temps elle n'est ni martiale ni manganésienne, se décolore complettement par l'action du feu: et, lorsque la partie bitumineuse y est en dose un peu considérable, elle répand alors la même odeur que celle qu'elle donne par la friction.

Cette odeur, ainsi que je viens de le dire, a quelque chose de désagréable, que ne montre aucun des bitumes d'origine végétale, et qui annonce qu'elle a pour cause une décomposition animale. Cette odeur fétide, qu'il faut bien distinguer de celle d'urine de chat, qui caractèrise la variété suivante, est plus ou moins exaltée. Elle paroit devoir son existence à un hydrogène carbonaté, qui s'est formé, en plus ou moins grande abondance, lors de la bituminisation animale, et est resté, soit mélangé, soit combiné avec le bitume.

Les circonstances sous lesquelles la chaux carbonatée bitumineuse se montre le plus habituellement, démontrent qu'en effet c'est à un bitume animal que doivent être rapportées ses nouvelles propriétés. Il est très-commun de rencontrer des chaux carbonatées coquillières bitumineuses ; il y a des cantons dans lesquels la chaux carbonatée coquillière est presque toujours dans ce cas : telle est, par exemple, la pierre calcaire de Dudley, dans le Shropshire, comté d'Angleterre. Dans ce cas, les coquilles ou empreintes de coquilles qu'on y rencontre, donnent, sous la friction, une odeur bitumineuse, semblable à celle qui a été décrite, mais bien souvent plus exaltée encore.

Toutes les pierres coquillières cependant ne sont pas bitumineuses ; ce qui paroit devoir provenir de ce que, dans celles qui jouissent de cette propriété, les coquilles ont été saisies par la précipitation de la chaux carbonatée, dans un moment où elles étoient encore occupées par leurs habitants, tandis qu'elles étoient vides, lorsqu'elles ont été saisies par la formation de la pierre calcaire coquillière non bitumineuse. Il paroît, en même temps, que c'est sous ce dernier état qu'elles sont entrées le plus habituellement dans la formation de la pierre calcaire coquillière, celle non bitumineuse étant plus commune que l'autre. Mais on observe cependant fort souvent, dans cette dernière, des couches qui sont à l'état bitumineux : je dois même observer ici, que la chaux carbonatée bitumineuse est beaucoup plus commune qu'on ne le pense généralement : j'ai fréquemment rencontré cette propriété, dans des pierres qui n'en avoient nullement la réputation, par la seule raison qu'elles n'avoient jamais été essayées sous ce rapport.

Les pierres calcaires marneuses, et principalement celles schisteuses, qui renferment des empreintes de poisson, sont aussi très-fréquemment dans ce cas. J'ai déjà cité le schiste marneux bitumineux de la Hesse et de la Thuringe ; celui d'Œningen, sur le lac de Constance, est de même bitumineux, et l'odeur qu'il répand, étant gratté, est très-fétide.

D'après cette cause de la bituminisation de la chaux carbonatée, toutes celles de ses variétés qui, ainsi que dans la craie, doivent leur

origine à la destruction même des coquilles, et au produit, transport, et précipitation des parties dues à cette destruction, ne doivent et ne peuvent être mélangées de même de bitume. C'est à la privation complette, tant du fer, que de toute partie quelconque de bitume, qu'on doit sans doute rapporter la grande blancheur sous laquelle ces pierres se présentent habituellement. Car, quoique j'aie dit que la plus grande partie des pierres calcaires coquillières n'étoient nullement bitumineuses, cette expression doit simplement représenter, qu'elles ne le sont pas de manière à rendre le bitume qu'elles renferment sensible, soit à la vue, soit à l'odorat: je doute, en effet, qu'il y en ait aucunes, dans la formation desquelles il n'y ait pas toujours eu quelques légères parties de bitume de mélangées.

Les coquilles habitées par leurs animaux, ne sont pas les seuls corps du règne animal, qui peuvent avoir été saisis par la précipitation de la chaux carbonatée, et être devenus, pour elle, une cause sensible de sa bituminisation. Il existe, dans les mers, une immense quantité d'espèces différentes de zoophites non coquilliers, et souvent même d'un volume considérable, dont la décomposition, dans une circonstance pareille à celle qui a agi sur les coquilles renfermées, avec leurs animaux, dans les pierres calcaires coquillières, étoit de même dans le cas de donner naissance à du bitume, et d'en pénétrer les pierres calcaires. La précipitation de la chaux carbonatée, a pu de même s'être faite sur des amas de ces animaux, et les avoir englobés dans sa formation. De là, la possibilité, et même la probabilité, de rencontrer des pierres calcaires bitumineuses, qui ne renferment qu'infiniment peu, ou même pas du tout, de traces de coquilles: J'en ai cité plusieurs exemples, à l'article de la chaux carbonatée en masse terreuse coquillière.

La chaux carbonatée bitumineuse peut donc se rencontrer partout où la chaux carbonatée ou pierre calcaire secondaire se montre formant quelque suite: on ne peut faire, à son égard, aucun choix ou exception de localité.

Il arrive quelquefois que le bitume se montre totalement à découvert, soit par de petits points isolés, soit par de petites veines

éparses dans la pierre: j'en ai déjà cité un exemple qui m'a été fourni autrefois par le rocher calcaire exploité pour la bâtisse, à la porte de France, de Grenoble en Dauphiné; ainsi qu'un autre qui appartient à une pierre calcaire coquillière compacte de Purbeck, dans le Dorsetshire en Angleterre. Il est même assez ordinaire, dans ce cas, que le bitume ayant été dégagé de l'hydrogène carboné, avec lequel il étoit combiné dans la masse, ne conserve pas l'odeur désagréable qu'il y avoit: tel est, par exemple, celui cité par M. Pallas, dans le 1[er] Volume de ses Voyages en Sibérie, p. 296. " A Poustilnoï-avray, Gouvernement de Casan, dit ce célèbre natura-" liste, on trouve une roche calcaire mélangée de jayet. Quelque-" fois il y est en larmes plus ou moins grosses, et en petits grains; " d'autres fois la pierre se divise en cubes, à la manière des ludus, et " toutes ses fissures sont enduites d'un bitume luisant. On trouve, " dans cette pierre calcaire, des madrépores dont l'intérieur est rempli " du même bitume. A une grande profondeur, on rencontre de " grandes masses de jayet pur du poids de plusieurs livres, et même " des blocs qui vont jusqu'à 40 livres. Il est noir, très-sec, très-" léger, et si cassant, qu'on en brise sans peine de gros morceaux avec " la main; il fond à la chaleur de la chandelle, presqu'aussi facilement " que la cire d'Espagne noire, et son odeur est aussi agréable; il " s'enflamme plus lentement, et s'éteint plus vite: on en a fabriqué " de la cire à cacheter." On voit, par cette description, que la pierre calcaire qui renferme ce bitume, est très-argileuse, et que la substance à laquelle M. Pallas donne le nom de jayet, n'est nullement le charbon minéral connu sous ce nom, mais un véritable bitume.

Le bitume, soit élastique, soit solide, des filons de mine de plomb, à Castleton, dans le Derbyshire, quoique se trouvant parfaitement pur, et de même en grandes masses, souvent du poids de plusieurs livres, ne présente pas la même séparation du principe qui donne de la fétidité à son odeur bitumineuse. En brulant, il répand une odeur désagréable, et, principalement lorsqu'il est sec, il fait continuellement de petites explosions, pareilles à celles de grains de poudre,

et que je soupçonne être dues au dégagement de l'hydrogène carboné. J'ai déjà, dit que je considérois ce bitume, qui existe dans un filon calcaire coquillier, comme le produit de la bituminisation des animaux que renfermoient probablement les coquilles, au moment où elles ont été saisies par la chaux carbonatée de remplissage du filon : celles qu'on rencontre, dans ce même filon, répandent fréquemment, par la friction d'un corps dur, une odeur bitumineuse forte et désagréable.

Il existe des pierres, calcaires qui sont si fortement chargées de bitume, qu'elles sont souvent employées comme combustible. M. Kirwan cite une pierre calcaire de ce genre, qu'il dit exister dans le comté de Galway, en Irlande. Bergman en cite une, en Westrogothie ; et M. Tondi, en Dalmatie. Je tiens de Dolomieux, qu'il existe, près de Raguse, une pierre calcaire bitumineuse dont les habitants se servent de même, en guise de combustible, en reservant la cendre, pour l'employer, comme chaux, à la construction de leurs maisons.

CHAUX CARBONATÉE FÉTIDE.

Pierre porc; *Stinkstein*, des Allemands; *Swinestone*, des Anglois.

Cette variété de la chaux carbonatée, étant grattée par un corps dur, répand une odeur extrêmement fétide, et qui ressemble, tantôt à celle de l'urine de chat, et d'autres fois à celle donnée par des œufs gatés. D'après l'opinion de M. Vauquelin, cette propriété lui est fournie par la présence de l'hydrogène sulfuré.

Sa couleur est quelquefois blanche; mais le plus communément elle est grise, et tire, soit sur le jaune, soit sur le brun.

Celle colorée, se décolore complettement par l'action du feu, et ne conserve absolument rien de l'odeur fétide que la friction lui faisoit répandre auparavant.

Cette variété, est plus constamment sous l'état cristallin, quoique indéterminé, que celle bitumineuse. Elle est le plus communément en masse lamelleuse à grandes ou à petites lames. D'autres fois elle se montre en masse à fortes cannelures, chacune d'elles devant être regardée comme un cristal indéterminé. Je l'ai aussi observée, à l'état compacte et terreux de la pierre calcaire ordinaire.

Cette chaux carbonatée est beaucoup moins commune que celle bitumineuse. Elle habite, comme elle, les montagnes secondaires, et s'y montre formant des couches particulières, dont l'épaisseur est quelquefois assez considérable. On la rencontre dans différents cantons: tels que, en Suède, en Saxe, et en France, où M. Ramond l'a observée, dans les Pyrénées, au haut du Marboré, au pic blanc, et formant des couches dans les montagnes secondaires situées au nord du pic du midi: tels aussi qu'au mont Massico en Italie, au Tyrol, &c. Elle se montre souvent, en petites masses lamelleuses isolées au mont St. Gothard, d'une couleur un peu brune, dans la chaux carbonatée magnésienne grenue ou dolomie, qui renferme de la trémolite.

Il paroît que les variétés, soit lamelleuses à petites lames, soit compactes, ont été souvent employées autrefois; on les trouve fréquemment dans les anciennes Eglises, où elles ont servi à la construction de monuments gothiques, tels que statues, tombeaux, &c. ainsi qu'on peut l'observer, à Saint Hilaire de Poitiers, et au portail des Mathurins de Paris.

La chaux carbonatée fétide est toujours un peu bitumineuse; mais quelquefois la dose de bitume qu'elle renferme, est aussi considérable que celle que contient la chaux carbonatée bitumineuse simple; ce qui est assez ordinaire, par exemple, dans celle qui est colorée d'un brun noirâtre plus ou moins foncé: son odeur, dans ce cas, est un peu altérée, mais n'a cependant pas moins conservé sa fétidité. M. Vauquelin pense, ainsi que je viens de le dire, que cette qualité désagréable lui est donnée par la présence de l'hydrogène sulfuré: plusieurs causes différentes peuvent avoir occasionné la présence de cet hydrogène.

On verra, à l'article suivant, qui concerne la chaux carbonatée des coquilles, dans les observations qui ont trait à la pine marine, que la chaux carbonatée qui lui appartient, contient beaucoup plus de gélatine que n'en renferment communément les coquilles; et que la nature de cette gélatine y est telle, qu'ayant été amenée, par l'action du feu, à l'état de charbon bitumineux, les acides, ainsi que le frottement, en développent alors une odeur d'urine de chat insupportable, et qui est absolument en rapport avec celle dégagée de la chaux carbonatée fétide. Ne paroitroit-il pas naturel, d'après cela, de penser que ce pourroit très-bien être à la décomposition de coquilles analogues, ainsi qu'à la bituminisation de la gélatine renfermée dans leur têt que, du moins une partie de la chaux carbonatée, peut devoir sa fétidité? Lorsque la bituminisation des animaux habitants des coquilles est venue s'y joindre, cette pierre à été rendue plus bitumineuse.

M. l'Abbé Haüy a observé qu'étant isolée elle acquiert une électricité vitreuse.

CHAUX CARBONATÉE

APPARTENANT AUX COQUILLES.

Coquilles.

Nous avons vu, dans la description de la chaux carbonatée, dont les grandes masses composent la partie la plus considérable des montagnes secondaires, le grand rôle que les coquilles ont joué, dans leur formation. Dans un grand nombre des bancs qui composent ces montagnes, les coquilles, ainsi que leurs détriments, sont si multipliées, qu'elles forment, à elles seules, la presque totalité de leur substance. Nous avons vu aussi, que la craie paroit leur devoir uniquement l'existence. Sommes nous bien certains même, que le rôle qu'elles ont rempli, à cette époque première, s'est borné à celui dont il nous est encore possible de reconnoître les traces ? Rendre les coquilles à la minéralogie, n'est donc que lui restituer une propriété, à laquelle nous allons voir qu'elle possède plus d'un titre.

Depuis longtemps, on savoit, que le têt des animaux coquilliers étoit, en plus grande partie, composé de chaux carbonatée ; mais n'entrevoyant, dans ce têt, qu'un simple travail de l'animal, dont il devoit former l'habitation, on le confondoit en grande partie avec lui, et le tout avoit été relégué dans le règne animal. On regardoit d'ailleurs les coquilles comme étant un composé de matière animale, qui y formoit comme une espèce de réseau, qui donnoit la forme, et dont les mailles avoient ensuite été remplies par un suc de chaux carbonatée.

Mon but, est de faire voir ici, que ce têt appartient exclusivement à la cristallisation de la chaux carbonatée. Que l'animal, par les contours de son corps, et les diverses extensions et courbures de ses membranes, a très-probablement déterminé la forme que ce têt présente ; mais que, quant à sa nature, c'est une chaux carbonatée simple,

cristallisée à l'état lamelleux et par couches, ainsi que celle qui donne naissance aux dépôts cristallins et autres variétés analogues de cette substance. Si on en excepte, en effet, les parties dans lesquelles une très-légère dose de gélatine à été placée par l'animal, pour y servir de matière colorante, et y orner, comme telle, la surface d'un très-grand nombre d'entre elles, le reste renferme une dose si foible de cette même gélatine, qu'il doit être regardé comme appartenant à une des variétés les plus pures de la chaux carbonatée: il en existe en réalité bien peu, même parmi les variétés en cristaux transparents et déterminés, qui ne soient mélangées d'une dose plus considérable de substances étrangères.

C'est au hazard seul, c'est à une coquille du genre des porcelaines, tombée de dessus ma cheminée, cassée, ramassée et examinée, que je dois l'étude que j'ai ébauchée de cette partie de la chaux carbonatée, et dont je me suis plu à faire voir le resultat, au petit nombre de naturalistes avec lesquels j'ai pu avoir quelques relations. Ce travail cependant, quoique aussi complet qu'il peut l'être, sur le petit nombre d'objets que j'y ai soumis, ne peut être ainsi que je viens de le dire, considéré que comme une ébauche de celui dont cette partie seroit susceptible, en le continuant sur les différentes éspèces de coquilles, sur les madrepores, &c.

En examinant la cassure de la coquille dont je viens de parler, je remarquai quelques lames dont la forme étoit rhomboïdale, et dont la mesure des angles me parut être celle propre au rhomboïde de la chaux carbonatée.

L'épaisseur du têt de cette coquille étant peu considérable, je cherchai à m'en procurer une, dont la partie la plus épaisse le fùt assez, pour permettre un examen plus facile, et en même temps plus décisif et plus complet. Cette possibilité m'a été offerte par une des grandes variétés du strombus gigas: la grande épaisseur de la partie de sa volute qui en a le plus, et qui va au-delà de 7 lignes, joint à sa solidité, à répondu parfaitement à mon attente. J'en ai obtenu, par la cassure, des fragments dont les lames sont aussi parfaitement rhomboïdales que celles des fragments d'un morceau de chaux car-

bonatée lamelleuse, la mesure des angles de leurs plans rhombes étant de même de 101° 32′ et 78° 28′. J'ajouterai que, sur les coquilles de cette épaisseur, ces cassures rhomboïdales ne sont pas très-difficiles à obtenir; mais comme elles ne peuvent être montrées par toutes les cassures à la fois, à raison, ainsi qu'on le verra plus bas, de la différence qui existe dans la texture de chacune de ces couches, elles doivent plus être attendues du hazard de la cassure, que d'aucun art dans la direction à lui donner.

Ayant parfaitement reconnu que, dans les coquilles, la chaux carbonatée est à l'état cristallisé, j'ai désiré savoir si la gélatine entroit en dose un peu considérable dans leur formation. Mr. Hatchett, dans un mémoire inséré dans les Transactions Philosophiques de 1799, avoit déjà dit que cette dose n'étoit pas fort grande. J'ai, en conséquence, mis d'abord des fragments parfaitement blancs, soit du strombus gigas, soit de la porcelaine, dans l'acide nitrique étendu d'eau; ils s'y sont dissouts très-promptement, sans donner le moindre précipité, et sans troubler en rien la transparence de l'acide. La porcelaine appartenoit à l'espèce connue sous le nom de porcelaine tigre qui, comme on sait, est colorée à sa surface par des taches d'un brun foncé; j'ai choisi les parties les plus chargées de taches; et comme, dans ces coquilles, en enlevant la première couche, on parvient très-souvent à mettre à découvert une autre surface absolument semblable, qui, avant la construction de la dernière couche, avoit fait celle extérieure de la coquille, et sur laquelle on apperçoit les mêmes taches, j'ai choisi, en même temps, des fragments renfermant ces deux couches. La dissolution dans l'acide nitrique s'est faite de même très-promptement, mais la transparence de l'acide a été légérement altérée, et, examinée avec attention, on y observoit de petites parties presqu'insensibles de gélatine, qui y étoient suspendues. Au bout de 24 heures, ces petites parties se sont réunies, et se sont ensuite précipitées sous la forme de petits flocons jaunâtres, mais elles étoient en fort petite quantité.

Ayant fait éprouver à différents fragments de ces coquilles, une chaleur telle qu'ils restassent quelques instants à l'état rouge, afin de réduire leur gélatine en charbon, pour en rendre l'existence plus sensible, voici ce qu'ils m'ont fait observer.

Un fragment parfaitement blanc, qui appartenoit au strombe, a donné une très-légère odeur de corne brulée, et a perdu 0,6 sur 100 grains de poids. L'action du feu n'a causé aucune altération à sa couleur.

Un autre, appartenant à la partie colorée de la porcelaine, a répandu une odeur beaucoup plus forte de corne brulée, et a perdu 3, 6 sur 100 grains de poids. L'action du feu l'a d'abord coloré légèrement en gris ; mais cette couleur a peu tardé à disparoître, et il est devenu parfaitement blanc.

Un fragment, renfermant la partie colorée en une belle couleur de chair foncée du strombus gigas, et dans lequel cette partie colorée avoit environ une demi-ligne d'épaisseur, s'est de même décoloré complettement, après avoir pris, préalablement aussi, la légère couleur grise, et avoir répandu une odeur de corne brulée, moins forte cependant que celle donnée, dans le même cas, par le fragment de la partie colorée de la porcelaine.

Un fragment de la partie parfaitement blanche de cette même porcelaine, s'est conduit absolument de la même manière que celui semblable du strombus gigas.

Ayant ensuite mis ces fragments dans l'acide nitrique, ils s'y sont dissouts très-promptement, et avec une vive effervescence. Celui de la partie parfaitement blanche, a donné, à l'acide, une très-légère teinte grise; mais, celui de la partie colorée, lui a donné une teinte grise beaucoup plus foncée et tirant un peu sur le brun : dans ces deux cas, l'acide est resté parfaitement transparent, et il n'y a eu aucun précipité.

Il me paroit, d'après cela, qu'on est dans le cas de conclure, que la gélatine est, en effet, en bien foible dose même dans la partie la plus fortement coloré des coquilles ; dose qui, en supposant même que toute la perte par l'action du feu lui appartînt, (et l'on sait qu'il y a toujours, dans ce cas, un léger dégagement d'acide carbonique) ne pourroit

pas aller au delà de $\frac{5}{100}$ à $\frac{6}{100}$ de la masse de la substance, et qu'elle est à peu près nulle, dans celles de leurs parties qui ne sont pas colorées.

La substance des coquilles n'est donc, en réalité, qu'une chaux carbonatée cristallisée lamelleuse et fibreuse, absolument analogue à celle qui existe dans le règne minéral. Cette vérité est très-frappante, sur plusieurs coquilles des espèces peu ou point du tout colorées: telles, par exemple, que sur une coquille très-abondante sur les côtes de l'Angleterre, le buccinum lapillus. Si on casse cette coquille, qui est assez épaisse, et dont le têt n'est composé que d'une seule couche, et qu'on examine ensuite la cassure, on n'y appercevra absolument aucune différence d'avec celle de la chaux carbonatée légèrement fibreuse et incolore: même demi-transparence, même aspect, et, cette cassure étant vue à la loupe, éclairée par un forte lumière, et mue entre les doigts, on y apperçoit les mêmes points brillants, occasionnés par le reflet des lames. Un fragment très-petit, et qui ne laisseroit pas appercevoir la courbure de la coquille, étant placé entre les mains d'un minéralogiste quelconque, il n'hésiteroit bien certainement pas à prononcer que c'est un fragment de chaux carbonatée cristallisée parfaitement pure.

Je possède un morceau de la charnière d'une de ces énormes coquilles connues sous le nom de camus gigantus, ou bénitier, dont j'ai fait couper et polir une plaque, qui, sur une ligne d'épaisseur, a deux pouces deux lignes, dans une de ses deux autres dimensions, et deux pouces six lignes dans l'autre. Elle est d'une belle demi-transparence, et d'un très-beau blanc, avec quelques petites veines un peu jaunâtres; mais, étant opposée à la lumière, et regardée à travers sa substance, elle n'est blanche qu'aux deux extrémités de son plus grand diamètre, son centre étant légèrement coloré en un jaune brun, couleur qui lui est sans doute donnée par la gélatine. Examinée de cette manière, sa structure est en couches concentriques très-minces, mais qui ne décrivent que la moitié d'une ellipse. En tout, elle ressemble parfaitement à une tranche qui auroit été faite transversalement, sur la moitié d'une stalactite de forme ovale, ou

ronde un peu applatie; et elle est en effet regardée comme telle, au premier abord, par toutes les personnes auxquelles je la fais voir.

Mais de toutes, les coquilles, celle dans laquelle, bien certainement, cette identité absolue de nature, entre la chaux carbonatée ordinaire et celle des coquilles, est la plus frappante, est la serpula hélicina. Cette coquille, de la classe des vers à tuyaux, a son extrémité inférieure contournée, en forme de limaçon; mais ses spires sont totalement remplies, et ne renferment aucune cavité quelconque. Cette structure paroit avoir simplement pour but, d'augmenter le poids de cette extrémité de la coquille, afin de contribuer à la fixer dans sa position, soit dans les interstices des madrépores, où cette espèce de serpule se montre fréquemment, soit partout ailleurs. La substance de ces spires, ainsi que celle du corps même de la coquille, qui forme un tuyau d'une longueur considérable, est parfaitement incolore, et jouit de la demi-transparence particulière à l'albâtre, dont elle a complettement la cassure. Et, comme elle n'est composée que d'une seule couche, sa masse entière se casse de la même manière que le fait l'albâtre le plus pur, d'avec lequel elle ne montre aucune différence. Cette parfaite ressemblance a bien souvent fait considérer cette serpule comme étant en effet à l'état fossile: telle est, par exemple, la manière suivant laquelle l'auteur du Catalogue de Davila l'a considérée; mais elle se montre exactement sous le même aspect dans son état naturel. M. Humphries, dans le catalogue du cabinet de M[de]. la Duchesse de Portland, en a décrit plusieurs, qui étoient placées dans les interstices de madrépores qui jouissoient d'un état de conservation pareil à celui qu'ils montrent, au moment même où on les tire de la mer.

La pésanteur spécifique des coquilles, prise sur des fragments très-compactes, et non altérés, m'a donné pour terme moyen entre celles prises sur 9 échantillons différents, 27,791. Cette pésanteur est assez variable, mais la variation ne descend pas beaucoup au dessous de 27,000, et ne monte pas beaucoup au dessus de 28,000. Je n'ai pas apperçu de différence très-sensible entre les coquilles colorées, et celles qui ne le sont pas. On sera sans doute étonné de trouver cette

pésanteur spécifique de quelque chose au dessus de celle de la chaux carbonatée cristallisée ordinaire, je l'ai été moi-même, mais j'imagine que cette augmentation doit provenir de leur texture dont je parlerai plus bas. La dureté est aussi un peu plus considérable, que celle de la chaux carbonatée ordinaire, ce qui doit probablement dépendre de la même raison.

Les coquilles sont très-foiblement phosphorescentes sur la pelle échauffée, et la lueur qu'elles répandent alors est d'un blanc légèrement bleuâtre.

Ce fait a lieu d'étonner, lorsqu'on se représente que les pierres calcaires coquillières sont généralement très-phosphorescentes, et répandent une lueur de couleur jaune orangée ; qu'il en est de même aussi de la craie, qui paroit bien sensiblement leur devoir son existence, ainsi que des noyaux ou empreintes intérieures des coquilles, et des coquilles elles-mêmes à l'état fossile qu'on rencontre dans les mêmes pierres. Ce n'est donc point à la simple partie du têt des coquilles, que les pierres calcaires doivent leur phosphorescence. La pierre calcaire qui renferme des os, telle que celle de Gibraltar, n'est aussi que très-légèrement phosphorescente, et sa lueur est d'un blanc un peu bleuâtre. D'un autre coté, si l'on se représente que la chaux carbonatée qui accompagne les roches primitives, et est souvent interposée entre les couches de celles feuilletées, telle que la chaux carbonatée grenue, n'est point phosphorescente ; que celle magnésienne ou dolomie, placée dans la même situation, l'est très-rarement aussi ; et que, parmi les variétés cristallisées de cette même substance, plusieurs sont dans la même cas, il paroîtra sans doute certain, que la chaux carbonatée pure n'est nullement phosphorescente par elle-même, et que cette propriété doit lui avoir été donnée par une cause étrangère. Aussi perd-elle cette propriété, par l'action du feu, en se décolorant, lorsqu'elle avoit une teinte brune ou jaunâtre auparavant, ce qui lui est assez ordinaire.

Remarquant maintenant, que la phosphorescence des pierres calcaires coquillières bitumineuses, est beaucoup plus considérable que celle des pierres calcaires coquillières qui ne le sont pas, et que la couleur jaune orangée qu'elle répandent est beaucoup plus intense, on sera

bien tenté de croire que c'est à la décomposition et à la bituminisation de l'animal même renfermé dans la coquille, et non au têt, que doit être attribuée cette phosphorescence. *

Le têt des coquilles présente donc une nouvelle variété dans la chaux carbonatée, non seulement à raison de la réunion, à laquelle il préside, du règne minéral avec celui animal, mais, plus particulièrement encore à raison de la nouvelle structure qu'il présente à l'égard de cette substance. Je crois devoir, en conséquence, placer ici quelques détails concernant cette structure. Je répète cependant encore, que mon projet étant uniquement de faire connoître le rapport intime qui existe entre la chaux carbonatée qui constitue les coquilles, et la chaux carbonatée cristallisée lamelleuse et fibreuse ordinaire, ainsi que les différences sur lesquelles doit porter le caractère de variété de la dernière, il s'en faut de beaucoup que ce que je vais dire ici, puisse être regardé comme l'étude complette de la structure des coquilles. Chacune des espèces mérite sans doute une étude particulière; mais toutes aussi ont, à cet égard, des caractères généraux, sur lesquels je vais faire part des observations que j'ai pu faire. Elles porteront, bien certainement avec elles l'incomplet qui caractérise les premiers pas faits vers un nouvel objet; mais elles auront du moins ouvert la route, à ceux qui voudront donner quelque suite à ce travail, qui me paroit présenter un véritable intérêt.

Afin d'établir un type particulier, auquel on puisse rapporter les diverses observations qui peuvent être faites sur chacune des espèces de coquilles, je vais placer ici la description de la structure du strombus gigas, telle que me l'ont offert ses différentes parties. Cette structure, dans les strombes qui ont pris un certain accroissement, sans être cependant à leur dernier terme à cet égard, est surtout très-sensible dans leur partie la plus épaisse, qui est celle prise à la base de la columelle, dans le voisinage de son axe.

* Si, ainsi que j'ai dit le présumer, dans l'introduction de cet ouvrage, la phosphorescence n'étoit que le dégagement de la lumière renfermée dans les minéraux qui jouissent de cette propriété, ce fait n'auroit rien ici que de très-naturel, les corps appartenant aux règnes végétal et animal, renfermant eux-mêmes la lumière en très-grande abondance.

La substance de cette coquille est composée d'un très-grand nombre de couches minces et parallèles, dont l'ensemble est divisé en trois grands systèmes particuliers, parfaitement distincts, qui représentent trois couches épaisses, auxquelles je donnerai le nom de couches principales. Chacune de ces couches, en outre de celles minces dont elle n'est qu'une agrégation, est composée de lames ou, plus strictement, de feuillets verticaux, serrés les uns contre les autres et placés de champ, de manière que leurs bords viennent aboutir à la surface extérieure de la coquille, ou ont une direction tendant à y aboutir, ainsi que le représente la fin 11 pl. 1[re], dans laquelle les lettres aa indiquent la surface de la coquille, et celles bb, l'épaisseur de la première couche principale. Dans la seconde de ces couches, les feuillets, placés de même de champ, et ayant toujours leurs bords dirigés vers la surface de la coquille, ont une direction différente de celle des feuillets de la première couche ; il en est de même à l'égard des feuillets de la troisième. Les lettres dd, indiquent l'épaisseur de la seconde couche principale, celle des trois qui en a le plus, et celles f f indiquent l'épaisseur de la troisième couche, celle à laquelle appartient la surface intérieure de la coquille, et qui est d'un si beau poli. Ces trois couches augmentent progressivement d'épaisseur, à mesure qu'elles se rapprochent de la base de la coquille et de l'axe de la columelle. Chacune d'elles est en outre, ainsi que je l'ai déja dit, composée de la réunion d'un grand nombre de couches très-minces, qui souvent sont sensibles à la vue simple ; mais, ainsi que cela existe dans les variétés de la chaux carbonatée, à la fois fibreuses et en couches concentriques, ces couches n'interrompent en aucune manière la direction des feuillets de celles principales.

Le même ordre est répété jusqu'à deux ou trois fois, sur une partie plus ou moins grande de la coquille, à raison de son âge et des divers accroissements quelle a pu éprouver : car, quoique le strombus gigas appartienne à la classe des coquilles qui s'accroissent par leurs bouches, en augmentant les tours de leurs spires, l'animal renforce en même temps sa coquille, ou du moins une grande partie

de sa coquille, par l'addition intérieure de nouvelles couches principales, ou d'une autre coquille semblable à la première.

La seconde couche principale est habituellement plus épaisse que la première et la troisième, et, d'après la texture qui vient d'être décrite, une cassure la mettant à découvert, si sa direction a été telle que les feuillets de la première couche principale, se montrent par leurs bords, ceux de cette seconde couche se présentent par leurs plans, et *vice versa :* il en est de même à l'égard de la troisième.

Lorsque les feuillets qui composent une des couches se présentent ainsi par leurs plans, en les examinant avec attention, et s'aidant même quelquefois du secours de la loupe, on reconnoit que ces feuillets y ont, par rangées, deux inclinaisons contraires ; ce qui leur donne l'air de se croiser, en s'entrelaçant, et formant une espèce de réseau: aspect qui est occasionné par la cassure, qui n'y est jamais nette, et présente toujours une surface mâchée, ainsi que l'offriroient des fragments de bois. Ce sont ces cassures, faites suivant le plan des feuillets qui, lors surtout qu'elles ont eu lieu dans les endroits les plus épais de la coquille, permettent le plus facilement de distinguer la forme rhomboïdale de leurs éléments. L'arrangement de ces feuillets entre eux, dans chacune des couches, facilite beaucoup à cet égard, en les faisant se casser, de manière à représenter les marches d'un escalier; j'en ai fréquemment vu, dans lesquelles les angles étoient assez nets et assez grands, pour y être soumis avec facilité à la mesure de l'instrument. La fig. 1 pl. 1re représente une de ces cassures appartenant au strombus gigas.

Cette texture très-particulière, et qui est bien faite pour former, dans la chaux carbonatée, une des variétés les plus distinctes de cette substance, donne à la coquille une très-grande solidité. Comme les joints naturels se contrarient, non seulement entre les couches principales, mais encore dans la même couche, elle ne peut être cassée qu'en suivant les différentes directions de ces joints; ce qui fait qu'elle présente à cet acte une très-grande résistance. C'est aussi à cette texture que doit être, je pense, rapporté le léger excès que montrent

les coquilles en pésanteur et en dureté, sur la chaux carbonatée ordinaire.

Les spires du strombus gigas sont garnies de grosses pointes, qui montrent elles-mêmes une structure particulière. Elles sont composées de deux parties totalement distinctes ; l'une d'elles, qui paroit bien sensiblement devoir servir d'enveloppe à une cavité intérieure, a une texture totalement analogue à celle de la coquille, avec laquelle elle forme une suite continue ; l'autre, compose la substance d'un noyau qui a complettement rempli cette cavité. Ce noyau est formé par couches concentriques, de forme arrondie dans leur partie supérieure, et dont chacune est composée de deux couches principales. Chacune de ces dernières est due à la réunion de plusieures autres très-minces, et très-difficiles à reconnoître, mais qu'on distingue souvent, sur la surface arrondie, par de petites cassures partielles qui en ont détaché quelques-unes. Chacune de ces couches a toujours les bords des feuillets dont elle est composée, placés en sens contraire, et celle supérieure a beaucoup moins d'épaisseur que l'autre. L'ensemble de la réunion, de tous ces systèmes particuliers, chacun d'eux composé de deux couches principales, peut être considéré comme des segments de sphère emboîtés les uns dans les autres, et engendrant, par cet emboîtement, une espèce de cylindre. D'après cette texture, lorsque l'on casse ces pointes, la cassure, arrivée au noyau, ne faisant que désemboîter ces segments, la pointe cassée laisse appercevoir, à son centre, un corps arrondi d'un volume assez considérable et d'un blanc mat, dont l'aspect est parfaitement analogue à celui que montre l'espèce de pisolite, connue sous le nom de dragée de Tivoli.

En comparant ces noyaux à des segments ou calottes de sphère, emboîtés les uns dans les autres, la comparaison est d'autant plus juste que, bien souvent, la partie convexe de quelques-uns de ces segments, ne joint pas exactement, et de manière à toucher la partie concave de celui supérieur, et laisse en conséquence un vide plus ou moins grand entre deux. Souvent aussi, il reste de même un autre vide, entre le noyau et quelques-unes des parties de l'enveloppe extérieure.

Parmi les diverses cassures auxquelles j'ai soumis les pointes de ce strombe, j'en ai trouvé, dans lesquelles le premier segment du noyau étoit complettement à l'état de chaux carbonatée lamelleuse transparente, et ayant le lustre de la chaux carbonatée cristallisée, ou spath calcaire ordinair : dans ce cas, ce segment est souvent séparé de celui inferieur, et il reste un petit vide entre deux. Dans d'autres de ces segments, une partie seulement, qui en occupoit toute l'épaisseur, étoit à ce même état : dans ce cas, la texture des deux couches principales composant ce segment, étoit interrompue par cette partie cristalline transparente, qui y faisoit l'effet d'une pièce de rapport, et dont la texture s'est toujours montrée fibreuse, à fibres divergentes : quelquefois, cependant, cette pièce n'occupoit pas toute l'épaisseur du segment. Voilà donc la chaux carbonatée des coquilles se montrant aussi à l'état cristallin, soit lamelleux, soit fibreux, avec la même transparence et le même aspect que la chaux carbonatée ordinaire. Mais l'observation m'a conduit plus loin encore. Dans quelques-uns des segments du noyau des pointes, que j'ai dit avoir leur couche principale supérieure à l'état cristallin ordinaire de la chaux carbonatée, et laisser alors un léger vide entre la couche principale inférieure et elle, j'ai observé la cavité de la première couche hérissée de cristaux transparents, mais trop petits pour qu'il me fût possible d'en déterminer la forme: j'ai répété la même observation sur les pointes de plusieurs autres strombes géants. Ayant ensuite voulu vérifier si des pointes semblables, mais appartenant à des coquilles d'espèces différentes, donneroient lieu aux mêmes observations, j'ai cassé les pointes d'un grand casque connu sous le nom de casque tricoté. Leur texture s'est montrée être absolument la même ; mais je n'y ai aperçu aucunes parties qui fussent, comme dans les pointes du strombe précédent, absolument semblables, par leur aspect, à la chaux carbonatée cristallisée ordinaire. Lorsque les couches du noyau se sont trouvées séparées les unes des autres, par un léger vide, les parois de ces cavités se sont montrées recouvertes par de petits mamelons opaques, ressemblant parfaitement à l'éspèce de stalagmite connue vulgairement sous le nom de stalagmite en choux-fleurs.

En observant, dans l'intérieur du strombus gigas, les parties de la coquille auxquelles répondent ces pointes, on peut remarquer qu'au dessous du plus grand nombre, il existe une dépression, au centre de laquelle est une très-petite cavité : ce fait est plus sensible cependant au dessous de quelques-unes des pointes, qu'au dessous des autres, et cesse même de pouvoir être observé dans les strombes agés. Cette observation, jointe surtout à la texture de ces mêmes pointes, me paroit démontrer, que l'animal, à l'époque première de la formation de sa coquille, avoit, au dessus de son corps, des appendices, autour desquels la coquille a continué sa formation ; mais qu'à la suite de cette première opération, et lors de l'accroissement successif de l'animal et de sa coquille, il a retiré peu à peu ces appendices, en remplissant l'intervalle abandonné, par des couches de chaux carbonatée, suivant le mode de texture qu'on y observe aujourd'hui. C'est au dégagement successif de ces appendices que me paroit devoir être rapporté le noyau qui en occupe le centre ; mais, comme la formation de la chaux carbonatée de remplissage qui a formé ce noyau, ne pouvoit avoir lieu que sur l'extrémité de la pointe des appendices, on sent qu'il aura pu arriver facilement telles circonstances, dans lesquelles la chaux carbonatée n'aura pas rempli en totalité la cavité, et c'est en effet ce qu'on y observe fréquemment aujourd'hui.

La porcelaine tigre, sur laquelle a porté ma prémière observation, à l'égard de la nature du têt des coquilles, a une texture absolument semblable à celle du strombe géant. Elle est de même essentiellement composée de trois couches principales, chacune desquelles a les feuillets minces dont elle est formée, dans un rapport de situation semblable, soit entr'eux, soit avec la surface de la coquille. La gélatine, matière colorante de cette surface, est en entier fixée dans la première de ces couches. Cette coquille m'a offert une particularité qui mérite d'être décrite ; mais il est nécessaire auparavant que j'entre dans un léger détail sur le mode de son accroissement.

Elle appartient au petit nombre des coquilles que les conchiologistes ont parfaitement observé, ne pouvoir s'aggrandir, ainsi que les

autres, par la bouche. La totalité de son têt paroit devoir être formée, dès l'origine, quant à sa grandeur, d'un seul et même jet; ce qui doit forcer l'animal d'abandonner sa coquille, pour en construire une autre de la même manière, lorsque la première est devenue trop étroite, pour lui permettre un accroissement postérieure. Cet animal a probablement un moyen d'étendre ses membranes, connues sous le nom de manteau, de manière à donner à chacune de ces demeures particulières, une dimension assez grande pour lui permettre de croître jusqu'à un certain point, sans être forcé de changer de domicile. Cependant, sans accroître les dimensions intérieures de sa coquille, il en accroît l'épaisseur, en recouvrant sa surface par une nouvelle coquille semblable, en tout à la première. La porcelaine tigre, par exemple, qui sert de base à cette description, a éprouvé deux de ces accroissements, chacun d'eux a joui d'une surface douée absolument du même poli, et décorée des mêmes taches et des mêmes couleurs: on peut, en cassant avec précaution cette coquille, mettre chacune de ces surfaces différentes à découvert. D'après ce que je viens de dire, chacun des accroissements est donc composé des trois couches principales qui constituent le têt originaire de la coquille: il faut toutefois en excepter le dernier qui n'a produit qu'une seule de ces couches, celle qui renferme la gélatine colorante. Cette exception seule suffiroit pour démontrer que c'est par la surface extérieure que cet accroissement a eu lieu. Aussi les conchiologistes ont-ils observé, que la nature a pourvu l'animal de deux membranes, auxquelles, ainsi que je viens de le dire, ils donnent le nom de manteau, et qui, lors de son développement, recouvrent cette surface en se réunissant sur son milieu, où ils laissent une indication de cette réunion, par une bande étroite de couleur plus foible, qui y est tracée. Il est hors de doute, que c'est ce manteau même, qui dépose, sur la surface de la coquille, la matière première qui donne naissance à cet accroissement. Ce travail, se fait probablement à des époques particulières, qui laissent des intervalles entre elles, et il paroit avoir pour but d'augmenter la solidité de la coquille, en proportion de l'accroissement de l'animal, jusqu'au moment où enfin il est forcé de la quitter.

Ce fait repose sans doute sur une cause qui doit exister dans l'animal même, et que l'étude seule de ses mœurs et de sa vie pourroit nous apprendre.

Le strombus gigas, dont j'ai décrit, il y a un instant, la structure étoit jeune. Dans un âge plus avancé, et qui peut-être est en même temps celui où l'animal cesse de croître, cette coquille subit des changements; la lèvre de sa bouche devient beaucoup plus épaisse: j'en ai un dans ce moment sous les yeux, que j'ai cassé, et dont l'épaisseur de la lèvre est de 14 lignes. L'animal renforce cette partie par un très-grand nombre de couches sur-ajoutées à la troisième couche principale, et qui, par conséquent, sont placées sur sa surface inférieure; elles partagent toutes, la teinte couleur de chair propre, dans cette coquille, à cette surface. Cet accroissement diminue, insensiblement et progressivement, d'épaisseur à mesure qu'il s'éloigne de la bouche.

La structure du strombus gigas lui est commune avec celle d'un très-grand nombre d'autres espèces, prises parmi les coquilles univalves. Parmi celles que j'ai observées être dans ce cas, est le strombus Auris Diana, le casque dont j'ai parlé précédemment, le conus virgo, et le voluta gravis; cette dernière coquille, lorsqu'elle a acquis un volume un peu considérable, peut facilement servir à examiner la forme rhomboïdale des éléments de ses couches, à raison de sa grande épaisseur.

Cette texture n'est cependant pas générale à toutes les coquilles univalves; par exemple, le buccinum lapillus, qu'on rencontre très-fréquemment sur les côtes de l'Angleterre, ne contient que deux couches principales, l'une fort épaisse, et la seconde extrêmement mince, et à laquelle appartient la surface intérieure de la coquille. Celle épaisse présente un fait intéressant à l'égard de sa texture, qui cesse d'être analogue à celle qui a été décrite précédement: cette texture, étant examinée avec la loupe, se montre tenir également de celle fibreuse et de celle lamelleuse à petites lames. Sa couleur n'est pas non plus le blanc mat, qui appartient assez généralement à la chaux carbonatée des coquilles, lorsqu'elles ne renferment

aucune matière colorante, elle a le lustre qui appartient à la chaux carbonatée ordinaire, celle à la quelle appartient le marbre blanc; elle en a aussi la demi-transparence, et sa cassure étant observée avec la loupe, à la lumière du soleil ou d'une bougie, on y distingue de même aussi une infinité de petites lames cristallines brillantes. Sans doute les coquilles univalves, examinées en plus grand nombre, présenteroient d'autres faits particuliers et intéressants à l'égard de leur texture.

Les coquilles bivalves diffèrent, par leur texture, de celles univalves qui viennent d'être décrites. Je vais placer ici la description de quelques-unes de celles que j'ai soumises à l'examen. Le camus gigantus, est composé de deux couches principales; l'une, due à la réunion de feuillets minces serrés étroitement les uns contre les autres, et formant la surface extérieure par un de leurs bords; l'autre, étant à l'état de chaux carbonatée compacte, dont elle montre la cassure, sous quelque direction qu'elle puisse être faite, ainsi que la demi-transparence. Quoique la substance de cette dernière couche soit parfaitement incolore, elle n'a pas le blanc mat ou neigeux de celle supérieure: cette couche ne s'avance pas non plus jusqu'aux bords extérieurs de la coquille qui, jusqu'à une certaine distance de ces mêmes bords, n'est composée que de la couche lamelleuse et feuilletée; mais, à cette même distance, commence la couche de chaux carbonatée compacte, qui augmente progressivement d'épaisseur jusqu'à la charnière, endroit de la coquille où cette épaisseur est la plus considérable. Cette couche compacte est en outre sensiblement composée de la réunion d'un grand nombre d'autres couches, plus nombreuses à la charnière, et qui diminuent progressivement et réguliérement d'une, à mesure qu'elle se rapproche de l'endroit où elle commence, et où elle n'est plus composée que d'une seule de ces couche. Cette structure tient à la manière suivant laquelle l'animal accroît sa coquille. Cet accroissement se fait par un nouveau bord, qu'il ajoute à l'ouverture de ses deux valves; mais à mesure qu'il place cette addition, qui n'est composée que de la simple couche lamelleuse, il renforce sa coquille par une couche compacte, qui commence à la charnière, et s'avance jusqu'à la der-

-nière partie ajoutée ; de manière qu'on peut connoître, en quelque sorte, l'âge de l'animal, ou du moins le nombre d'additions qu'il a faites à sa coquille, soit en comptant ces additions qui sont très-sensibles sur sa surface, soit en comptant le nombre des couches particulières, dont est composée celle compacte, auprès de la charniére, et ajoutant une unité au nombre de ces couches. La couche lamelleuse n'étant que placée sur celle compacte, sans pénétrer dans sa substance, s'en sépare facilement, et laisse à découvert la surface supérieure de la première, qui est alors très-unie et très-lisse.

Cette structure est absolument la même, à quelques légères modifications près, dans les autres cames que j'ai été à même d'examiner. Par exemple, dans le camus hyppopus, la couche de chaux carbonatée compacte, toujours renforcée, à mesure qu'elle se rapproche de la charnière, ne s'avance pas aussi loin vers les bords, et les lames dont est composée l'autre couche, y sont plus grossières, et leur entre-croisement plus sensible ; surtout dans les cassures faites, sur les bords des valves, dans l'entre-deux des côtes saillantes de sa surface.

Toutes les coquilles bivalves, ainsi que nous l'avons vu de même à l'égard de celles univalves, ne montrent pas cependant une texture semblable, et n'ont pas toutes, leurs valves ainsi renforcées vers leur charnière. L'arca glycymeris, par exemple, ainsi que l'arca antiquata, ont leurs valves d'une épaisseur égale, ou à peu près égale, dans toute leur étendue. Ces valves sont composées de trois couches principales, d'une texture analogue à celle qui a été décrite, dans le strombus gigas ; mais cette texture y est beaucoup plus grossière, et les feuillets y paroissent contournés. Le spondylus gœderopus n'a que deux couches ; l'une lamelleuse, à laquelle appartient la surface extérieure colorée de cette coquille, et qui est très-mince ; l'autre compacte et incolore, à laquelle appartient sa surface intérieure, et dont l'épaisseur, quoique très-peu considérable, l'est toujours plus que celle de la couche lamelleuse et feuilletée : cette coquille est en outre d'une épaisseur égale dans toutes ses valves.

J'ai cassé enfin un cordium isocordium, et ai trouvé de même sa substance composée de deux couches : l'une d'elles épaisse et feuilletée;

c'est celle à laquelle appartient la surface extérieure de la coquille, l'autre compacte et très-mince, à laquelle appartient la surface intérieure. Mais ce cordium présente une particularité, en ce que ses valves, qui sont de la même épaisseur depuis la charnière jusqu'aux bords, dans le milieu de la coquille, sont renforcées, sur les côtés, par la simple augmentation de l'épaisseur des couches; et ce renforcement est plus considérable du côté ventru de la coquille que de l'autre.

Je crois devoir observer ici, que dans toutes les couches lamelleuses feuilletées des coquilles que j'ai été à même d'observer, les feuillets ont toujours un de leurs bords situé sur leur surface extérieure.

Je passe maintenant à la déscription d'une autre texture, très-particulière, qui se montre dans la pine marine. Cette coquille représentée sous la fig. III. est essentiellement composée d'une seule couche principale, dans la plus grande partie de sa substance, et l'on en verra bientôt la texture; mais, dans une autre partie, renfermée par la ligne ponctuée a b c d, il en existe une seconde placée dans son intérieure, et qui est de nacre de perle. Cette partie répond à celle occupée par le corps de l'animal, lorsqu'il est à l'état de repos, et que ses membranes ne sont pas développées. Il accroit sa coquille, par une nouvelle addition faite à ses bords, parallèlement ou à peu près parallèlement à la pièce nacrée sur laquelle repose son corps, ainsi que le représente la fig. III. Dans cet accroissement, chaque nouvelle zône ajoutée commence à la base de celle qui a précédé, ainsi que le représente la fig. IV.; de sorte que la substance non nacrée de la coquille est, en réalité, composée partout de deux couches principales, ou de la couche principale redoublée, à l'exception de la dernière zône d'accroissement, qui n'en a qu'une. Il arrive quelquefois qu'une des zônes ajoutées, commence plus loin qu'à la base de celle qui a précedé: dans ce cas, il se trouve, dans ces endroits, trois de ces couches principales. Ces différentes couches ont fort peu d'adhérence entre elles, et se séparent facilement l'une de l'autre: il arrive même quelquefois qu'elles ont plusieurs de leurs parties qui ne sont pas en un contact immédiat, et laissent un vide entre elles. Dans la partie de la coquille où existe la couche de

nacre, elles adhérent de même très-foiblement à cette couche, et s'en séparent aussi, en conséquence, très-facilement.

La texture de ces couches ne ressemble en rien à ce qui a été décrit précédemment. Cette texture est purement fibreuse, et les fibres, qui sont très-minces, sont serrées étroitement les unes contre les autres, et placées perpendiculairement à la surface de la coquille. Dans celle qui sert de base à cette description, qui est la Pina Nobilis de la Méditerrannée, la couleur de ces couches, qui est en même temps celle de toute la coquille, est d'un jaune brun foncé. Si on se procure un fragment d'une de ces couches, séparée de toutes les autres, et qu'on regarde sa surface avec la loupe, cette surface se montre comme chagrinée, par l'effet qu'y produit l'extrémité de toutes les petites fibres qui y viennent aboutir.

Cet aspect, joint à la demi-transparence assez belle que possède dent les parties de ces couches ainsi séparées, m'a fait entrevoir la possibilité de pouvoir appercevoir plus distinctement leur texture, et peut-être même la forme des fibres dont leur substance étoit composée, et que tout me conduisoit à considérer comme autant de petits cristaux de chaux carbonatée. Jai placé, en conséquence, un de ces fragments sous un grossissement un peu fort du microscope de Dellebarre, et qui pût en même temps me permettre de conserver un grand champ. Cette surface s'est montrée, en effet, composée uniquement de la réunion d'une immensité de polygones, se joignant tous par leurs côtés, et chacun d'eux appartenant à la base d'une des fibres composantes. Au premier aspect, tous ces polygones me parurent être des hexagones reguliers. et en effet il y en existe un assez grand nombre; mais, par un examen plus attentif, je vis que la plupart étoient, soit des trapèzes, soit des pentagones, soit des éptagones et même pour quelques-uns, des octogones. Mais la conservation qui m'a paru exister, dans la plupart de ces polygones, d'un ou de plusieurs angles de 120°, m'a fait penser que l'altération de la forme hexagone régulière, qui est celle à laquelle ils paroissent tous tendre, y est due à la compression, et surtout à des fibres beaucoup plus minces et irrégulières, interposées en assez grand nombre, et dont la compression

a fait naitre des faces additionnelles aux prismes hexaèdres adjacents, et a dérangé celles de plusieurs autres.

Il est naturel, d'après cela, de considérer chacune de ces fibres, comme un prisme probablement hexaèdre, ou tendant à cette forme. Dans l'état ordinaire, ces prismes adhérent fortement les uns aux autres, et ce n'est qu'avec beaucoup de difficulté, et même en les brisant, qu'on peut parvenir à les séparer ; mais les couches formées par eux ayant été chauffées au rouge, ils se séparent les uns des autres, sous le plus léger effort. Leur extrême petitesse, fait qu'ils ne paroissent alors que sous l'aspect d'une simple poussière ; mais les ayant de nouveau examinés avec le microscope, la plupart se sont montrés être, en effet, des prismes hexaèdres; mais beaucoup après avoir conservé la forme prismatique, sur une grande partie de leur longueur, se terminoient en une pointe ou pyramide très-aigue. J'ai représenté ces deux variétés, sous la fig. VI. Il m'a été impossible de pouvoir appercevoir comment ces deux espèce différentes de fibres ou cristaux, se comportent les unes envers les autres, dans leur réunion.

La chaux carbonatée à laquelle appartient la substance des couches de la pine marine, est beaucoup plus mélangée de gélatine, que celle qui forme les couches de toutes les autres coquilles examinées précédemment. Cette matière animale y forme même une couche particulière, qui recouvre leur surface, et qui devient très-sensible, lorsqu'on a fait éprouver à la coquille une chaleur rouge, qui change cette gélatine en charbon bitumineux : on voit alors une couche de ce charbon, interposée entre chacune des couches de la coquille. Si, après avoir débarassé leurs surfaces de ce charbon, on place de nouveau un fragment d'une de ces couches simples, sous la lentille du microscope, les fibres, qui sont devenues d'un blanc un peu grisâtre, ayant encore conservé une légère transparence, on apperçoit autour des faces terminales de chacun des polygones qui composent la surface de ce fragment, une petite enveloppe noire qui appartient au même charbon. Les fibres ou petits prismes sont donc séparés les uns des autres, par une légère couche de gélatine, et c'est, à ce qu'il paroit,

une des causes principales de la forte adhésion qui les unit entre eux ; adhésion que j'ai déjà dite être détruite par la charbonisation de la gélatine. Par cette même opération, la chaux carbonatée de ces couches perd environ $\frac{5}{100}$ de son poids.

Cette dose plus considérable de gélatine, et surtout la manière dont elle enveloppe les parties de chaux carbonatée, fait que, lorsqu'on place un fragment de ces couches, soit dans l'acide nitrique, soit dans celui muriatique, il y fait d'abord une effervescence assez forte, mais qui bientôt se ralentit, et finit même par cesser tout-à-fait. Ce qui reste de la coquille est alors insoluble ; mais ce reste n'en contient pas moins encore beaucoup de chaux carbonatée : on s'en apperçoit facilement, après l'avoir réduit en charbon, par l'effervescence très-vive qui se développe, lorsqu'on le met de nouveau dans l'acide. La gélatine charbonnée s'en sépare alors, colore fortement l'acide, et finit par se précipiter.

Lorsqu'après avoir calciné au rouge la partie non nacrée de la pine marine, on la met, soit dans l'acide nitrique, soit dans celui muriatique, il s'en dégage, au moment de l'effervescence, une odeur très-fétide, et très-exaltée d'urine de chat, qui semble devoir y annoncer la présence d'un hydro-sulfure, et qui m'a fortement frappé, par son exacte ressemblance avec celle qui se dégage, par le frottement, de la chaux carbonatée fétide ou lapis suillus. Cette odeur fétide se dégage de même, et avec au moins autant d'intensité, par l'action du frottement, ou simplement en froissant, entre les doigts quelques-uns de ses fragments. La partie non nacrée des mytiles est dans le même cas, du moins dans deux des variétés de cette espèce, que j'ai examinées à cet égard, le mytilus-margaritiferus, et la grande variété de la chine de celui hirundo : aussi cette partie a-t-elle montré une texture absolument pareille à celle de la partie non nacrée de la pine marine, et sa gélatine, après avoir été brulée, a-t-elle répandu la même odeur fétide d'urine de chat, dans les acides et par la friction. Il en est sans-doute d'autres encore, dans lesquelles l'observation feroit appercevoir le mêmes fait.

Ne seroit-il pas naturel de rapporter à ce genre de coquilles, à leur décomposition, et à la bituminisation de leur gélatine, ou à celle d'autres corps marins qui seroient dans le même cas, la cause de la fétidité de la chaux carbonatée fétide? J'avoue que je suis fortement enclin à en adopter l'opinion. Il est très-présumable aussi que l'animal auquel appartient la coquille, doit renfermer le même hydro-sulfure.

Mon but, dans les détails dans lesquels je viens d'entrer, à l'égard des coquilles, n'ayant été que de donner une idée générale de leur texture, pour faire voir, qu'en outre de l'identité de nature, entre la substance dont elles sont composées, et la chaux carbonatée ordinaire, même à l'état cristallin, il existe une analogie semblable entre les diverses variétés que cette substance y présente, je terminerai ces détails par quelques observations sur les opercules, espèces de portes qui ferment exactement la bouche de quelques coquilles.

Nombre de coquilles, telles que les buccins, ont ces opercules totalement membraneux, et leur substance est alors purement animale; mais beaucoup d'autres, telles que les turbo, &c. ont ces mêmes opercules presque uniquement composés de chaux carbonatée: ce sont ces derniers qui vont faire un moment l'objet de notre observation. La chaux carbonatée qui compose leur substance, est assez généralement d'un blanc mat; mais ils sont colorés en brun, sur celle de leurs surfaces qui regarde l'intérieur de la coquille, et quelques-uns de ceux qui appartiennent aux hélices, ont aussi une partie colorée qui occupe une étendue plus ou moins considérable de leur surface extérieure, et pénétre plus ou moins profondément dans leur substance: dans les opercules des coquilles dont je viens de parler, cette partie colorée est d'un beau vert bleuâtre. Ces opercules ont pour l'ordinaire, la forme d'une calotte d'un sphéroïde allongé Leur texture est lamelleuse feuilletée, à feuillets minces, serrés les uns contre les autres, et reposant sur la surface extérieure par leurs bords, ainsi que nous avons vu que se comportent généralement les feuillets des couches lamelleuses feuilletées des coquilles. Leur cassure est conséquemment striée ou feuilletée, d'après la

direction suivant laquelle elles est faite. Cette texture montre en outre des couches concentriques, ce qui tient au mode d'accroissement auquel les opercules sont soumis.

L'animal, en effet, à mesure qu'il accroît sa coquille, et par conséquent aggrandit l'ouverture de sa bouche, ne construit pas un nouvel opercule, mais se borne à augmenter proportionnellement la grandeur de celui qui lui servoit avant cet accroissement. La base de cet opercule a la même forme que la bouche de la coquille à laquelle il appartient, et quoique son accroissement ne se fasse que sur une partie de sa circonférence, il est tellement dirigé, que la même forme en est perpétuellement conservée. J'ai représenté, sous la fig. V, un de ces opercules de forme ovale ayant varié huit fois de grandeur, et sur lequel on peut suivre facilement les divers accroissements. A chacun d'eux, il se place une nouvelle couche, sur la surface extérieure totale de l'ancien opercule, qui le fait croître en épaisseur, proportionnellement à l'accroissement qu'il prend dans ses autres dimensions. Comme ces différentes couches n'adhérent entre elles que par le contact de leur substance, elles se séparent facilement l'une de l'autre; de sorte qu'en cassant un de ces opercules un peu grand, (et il est assez commun d'en trouver qui ont jusqu'à trois pouces et même plus dans leur plus grand diamètre,) on parvient, avec un peu de soin, à mettre à découvert la surface supérieure, assez ordinairement chagrinée, d'un grand nombre de ceux qui ont été successivement recouverts.

CHAUX CARBONATÉE NACRÉE DES COQUILLES.

NACRE DE PERLES.

La nacre de perles est d'un blanc grisâtre, réfléchissant, à sa surface, les rayons de la lumière sous une teinte d'un blanc éclatant, légérement chatoyant et souvent irisé, connue sous le nom de *reflet ou lustre nacré*. Elle est douée d'une demi-transparence assez belle, surtout dans les morceaux qui sont un peu minces.

Cette substance forme la couche principale intérieure d'un grand nombre de coquilles, où souvent elle n'a qu'une très-légère épaisseur; mais d'autres fois elle en a une très-considérable qui, par exemple, dans le mytilus margaritiferus, va jusqu'à un demi-pouce et même plus.

Sa pésanteur spécifique, ainsi que sa dureté, sont légérement inférieures à ces deux mêmes caractères dans la chaux carbonatée non nacrée des coquilles; mais ils sont, en même temps,parfaitement analogues à ceux qui appartiennent à la chaux carbonatée ordinaire.

La couche principale intérieure des coquilles, due à la nacre de perles, est composée d'un trés-grand nombre de couches particulières extrêmement minces, et dont le nombre est proportionné à son épaisseur. Fort souvent les couches ou feuillets peuvent être distingués à l'œil nud; mais très-souvent aussi, surtout dans les parties un peu épaisses, la cassure ne les laisse nullement appercevoir, et paroit avoir un grain compacte. Dans ce dernier cas, si on fait éprouver l'action du feu à la nacre, les couches se soulèvent, et cette même cassure en montre alors un très-grand nombre. Elle ne partage en aucune manière le lustre de la surface des feuillets.

La nacre de perles ne m'a jamais montré aucune phosphorescence.

Les différentes couches particulières dont sont composés les morceaux un peu épais de cette substance, adhérent fortement les unes aux autres. On parvient cependant quelquefois à les séparer, soit par la simple cassure avec un marteau, soit par une espèce de clivage, en plaçant un instrument tranchant sur sa tranche, et donnant un coup sec sur son dos. Lorsque, par ce moyen, on a divisé un morceau de nacre de perle suivant quelques-uns des feuillets, les nouvelles surfaces, mises à découvert, jouissent absolument du même reflet chatoyant que présentoit la surface du morceau avant la division. Lorsqu'on casse un morceau un peu épais de cette substance, cette cassure se fait, pour l'ordinaire, suivant une direction inclinée sur le plan des feuillets, et comme elle a rarement lieu suivant un même plan, sur tous les feuillets, elle prend alors assez volontiers l'aspect des marches d'un escalier. Si, dans ce cas, on examine avec attention la cassure partielle que présente chacun de ces feuillets, qui lui même est déjà composé de la réunion intime de plusieurs autres, on voit que son inclinaison a une tendance à la régularité. Ayant mesuré l'angle d'inclinaison que forme de plan de cette cassure avec celui des feuillets, je l'ai trouvé, pour un très-grand nombre d'eux, exactement de 135°. Beaucoup cependant ne donnent pas exactement cette mesure; mais ils en approchent toujours plus ou moins. Cette inexactitude me paroit devoir être attribuée, d'un coté, à ce que bien souvent ces couches sont plus ou moins curvilignes, et d'un autre, à ce que la gélatine, qui y est plus abondante que dans la chaux carbonatée des couches non nacrées, et y est extrêmement divisée, gêne et dérange bien souvent la direction de cette cassure. C'est aussi, à ce qu'il paroit, à la même raison qu'il faut attribuer la privation de tout lustre, que montrent habituellement ces plans.

Lorsque l'on fait éprouver la chaleur rouge à la nacre de perles, à dessein de charbonner la partie de gélatine dont elle est mélangée, elle répand une forte odeur de corne brulée, et prend une couleur d'un gris de cendre; mais elle conserve toujours son lustre nacré, dont le chatoyement devient simplement plus irisé; ce qui me paroit indiquer clairement, que ce lustre y est totalement indépendant

de la gélatine, ou de toute autre substance animale mélangée, et appartient directement à sa texture. Par cette action du feu, la nacre de perles m'a constamment fait observer une perte de $\frac{3}{100}$ à $\frac{4}{100}$ de son poids.

Je viens de dire que le reflet nacré des coquilles appartient essentiellement à la texture de la nacre, et est indépendant de la gélatine qu'elle peut renfermer : cela est très-vrai ; mais il n'en est pas de même des couleurs, souvent très-brillantes et très-variées, que présente quelquefois la nacre des coquilles ; elles dérivent alors d'une modification particulière de ce reflet Les coquilles dont la partie des couches qui forme leur surface intérieure, est nacrée, m'ont paru avoir toutes une couche, plus ou moins épaisse, de gélatine pure, placée entre les couches nacrées et celles qui ne le sont pas : et c'est à cette couche à laquelle appartiennent une grande partie des couleurs extérieures que présentent ces coquilles. Lorsqu'il n'existe aucune couche de gélatine entre celles de la nacre, ce qui arrive très-fréquemment, cette substance n'a alors que le reflet qui lui est propre, et est connu sous le nom de *nacré*; mais, très-fréquemment aussi, il existe des couches de gélatine interposées entre celles de la nacre divisées par petits systêmes particuliers, composés d'un certain nombre d'entre elles : alors elles contribuent, je pense, pour beaucoup, au reflet, coloré des plus vives couleurs, qui appartient à ces nacres, lors surtout que, par ancienneté, cette gélatine est devenue une substance bitumineuse, et a pris une couleur qui tire plus ou moins sur le noir. J'ai vu plusieurs coquilles dans ce cas, et ai, dans ce moment, sous les yeux, une grande coquille de l'espèce des oreilles, ou haliotis, appartenant à la variété qui vient du Cap de Bonne Espérance, et est connue sous le nom d'haliotis Midæ, dans laquelle ce fait est frappant. C'est sans doute encore à la même cause, qu'il faut rapporter la grande intensité que prennent ces couleurs, lorsque la nacre qui est dans le cas de les montrer, a été longtemps renfermée, soit dans les pierres, soit dans la terre.

Si l'on place, soit dans l'acide muriatique, soit dans l'acide nitrique, tous deux étendus d'eau, un fragment de nacre sans couleur, et calciné, mais en dose éloignée d'être suffisante pour la saturation de la dissolution, l'acide se colore légèrement en gris; mais il reste parfaitement diaphane, et ne laisse appercevoir aucune substance étrangère dans son sein. Cependant, au bout de quelque temps, la matière charbonneuse, qui est extrêmement divisée, s'en sépare, et y forme de petits flocons, qui se précipitent, et la dissolution finit enfin par se décolorer complettement. Si l'on pousse cette dissolution jusqu'à la saturation, à mesure qu'elle avance vers ce point, les parties de charbon se rapprochent, et deviennent visibles sous la forme de petites molécules très-fines, qui augmentent en quantité, à mesure que le point de saturation approche; elles ne deviennent cependant pas assez nombreuses pour troubler totalement la transparence de la dissolution. Ces flocons augmentant de volume, finissent enfin par se précipiter, et la dissolution, qui avoit pris une couleur brune assez foncée, perd alors totalement cette couleur, et redevient incolore et diaphane. Ayant décanté, lavé, séché, et pésé le charbon précipité, son poids s'est montré être dans le rapport de 1 à 100 comparé à celui de la nacre de perles avant sa calcination. Cette substance renferme donc, au plus, de $\frac{4}{100}$ à $\frac{5}{100}$ de son poids de gélatine, en supposant même, pour cela, qu'il n'y ait eû aucune perte d'acide carbonique dans la calcination, ce qui n'est pas vraisemblable. Elle y est, en conséquence, disséminée en bien petite quantité; mais, ainsi que l'indique toute la suite de cette expérience, elle y existe dans un état de division extrême: ce qui explique la manière dont se comporte la nacre de perles, lorsqu'elle est placée dans l'acide, sans avoir préalablement éprouvé la calcination qui réduit cette gélatine à l'état de charbon.

Dans ce cas, cette substance fait une effervescence très-foible, et qui bientôt même n'est annoncée que par le nombre immense de bulles dont se couvre le fragment placé dans l'acide, ce qui le fait monter à sa surface, où alors un certain nombre de ces bulles se dégagent; il retombe ensuite au fond du liquide, et répète succes-

sivement ce mouvement, jusqu'à ce que, après un intervalle de deux fois vingt-quatre heures, et souvent moins, il ne donne plus aucun signe quelconque de dissolution, et reste stagnant à la surface du liquide. A cette époque, quoique la nacre de perles ait conservé sa forme première, elle ne montre plus qu'une substance gélatineuse très-molle, qu'on est bien tenté de regarder comme appartenant, en effet, à la dose de gélatine pure qu'elle renfermoit. Mais, si on calcine ce résidu gélatineux, et qu'ensuite on le place de nouveau dans l'acide, la vive effervescence qu'il y fait, jusqu'à sa complette dissolution, démontre qu'il étoit encore, en plus grande partie, composé de chaux carbonatée, et que la gélatine au contraire y étoit en très-petite quantité. La division extrême sous laquelle nous venons de voir que la gélatine existe dans la nacre de perles, explique tout naturellement cette manière d'agir des acides sur elle. Quoiqu'elle ne soit renfermée qu'en très-petite quantité dans cette substance, cette division extrême fait qu'elle enveloppe les molécules, ou du moins les petites collections de molécules de chaux carbonatée, et empêche par là l'action des acides sur elles. Mais la calcination, en dilatant la masse, et en rapprochant les parties de gélatine charbonnées, permet ensuite à l'acide de parvenir jusqu'à celles de chaux carbonatée, et leur prompte et complète dissolution en est la suite.

Observant maintenant, que la nacre de perles a 1°, une pésanteur spécifique et une dureté analogue à ces deux mêmes caractères, dans la chaux carbonatée ordinaire; 2°. que le reflet nacré de sa surface est un simple effet de sa texture, et n'est nullement montré, ni par ses bords, ni par sa cassure: 3°. que ces cassures forment, avec le plan de la surface sur lequel elles inclinent, un angle qui approche toujours fortement de 135°, et a bien souvent exactement cette mesure; 4°. que cette même substance se montre en feuillets très-minces, superposés les uns sur les autres, et qui n'ont aucun rapport avec la cristallisation; 5°. enfin, que ces feuillets étant délités, laissent appercevoir, sur les nouvelles faces mises à découvert, le même lustre nacré que présente la surface extérieure de cette substance: je regarde la nacre de perles comme étant, à la chaux carbonatée des coquilles, dans le

même rapport que la chaux carbonatée dépressée, ou schifferspath, est à la chaux carbonatée ordinaire.

La ressemblance, entre ces deux chaux carbonatées, ne se borne pas là. Toutes les nacres de perles n'ont pas, entre les feuillets minces dont elles sont composées, une adhérence aussi forte que celle qui vient d'être décrite. Il existe, parmi elles, une autre variété, parfaitement en rapport avec celle de la chaux carbonatée dépressée de texture lâche et friable, ou schaumerde de Werner: telle est, par exemple, la nacre qui appartient à la coquille connue sous le nom d'ostrea ephippium, et en forme la totalité du têt. Les feuillets de cette nacre se séparent avec beaucoup de facilité, et leur épaisseur est bien souvent inférieure à celle d'une feuille de papier. Par le simple froissement entre les doigts, cette nacre se réduit en une poudre brillante, absolument semblable à celle du mica pulvérulent qu'on emploie à sécher l'écriture: usage auquel elle pourroit servir également.

Toutes les nacres de perles en outre n'ont pas leur lustre nacré également brillant et chatoyant, ainsi que toutes les variétés de chaux carbonatée dépressée n'ont pas le même brillant dans leur reflet. Dans l'anomia lipa ou électrica, par exemple, qui est en entier composée de cette même substance, la nacre a un lustre infiniment moins beau que celui qui lui est ordinaire; et il est telle variété de cette coquille, qu'on seroit fort tenté, au premier coup d'œil, de regarder comme étant d'une nature totalement différente de celle de la nacre.

La nacre de perles est commune aux coquilles, soit univalves, soit bivalves, et, ainsi que nous venons de le voir, elle compose quelquefois, à elle seule, la totalité de leur têt. D'autres fois, elle n'y forme qu'une couche principale très-mince, et c'est alors à elle qu'appartient la surface intérieure de la coquille. Dans la pina nobilis, cette couche n'ocuppe qu'une simple partie de cette surface intérieure; dans d'autres, au contraire, cette couche principale est très-puissante: elle est alors recouverte par une autre très-mince, à laquelle appartient la surface extérieure de la coquille. Dans le

trochus alloticus, cette couche mince a une texture lamelleuse, mais dans laquelle les lames sont fortement serrées les unes contre les autres, et se séparent très-difficilement. Elle est d'une texture absolument semblable, dans le haliotis tuberculata, &c. &c. Dans le mytilus margaritiferus, cette couche offre un nouvel exemple d'une texture absolument semblable à celle de la pine marine: il existe probablement plusieurs autres coquilles dans ce cas.

Je m'interdis un plus long détail, sur la texture des coquilles dans lesquelles la nacre de perles fait une des couches principales: ce que j'ai dit, à cet égard, suffit pour faire connoître, et sa nature, et le rôle qu'elle y joue. Ce détail, joint à celui que j'ai donné sur la nature des couches non nacrées, suffit pour faire voir combien un travail plus complet sur ce sujet, que je n'ai fait qu'aborder, seroit intéressant, et la grande quantité de faits neufs dont il pourroit nous enrichir.

CHAUX CARBONATÉE GLOBULIFORME DES COQUILLES.

PERLE.

La chaux carbonatée globuliforme des coquilles, connue généralement sous le nom de perle, présente deux variétés totalement différentes l'une de l'autre.

Dans l'une, la chaux carbonatée qui compose les globules, est à l'état nacré, et dans l'autre, elle est à l'état simple ou non nacré. Toutes les deux portent indistinctement le nom de perle, et toutes les deux aussi, paroissent bien sensiblement être le produit d'une maladie,particulière aux animaux qui habitent les coquilles qui les renferment: maladie qui a probablement pour cause, une surabondance accidentelle de chaux carbonatée, à l'état de solution. Aussi, lorsque ces globules existent dans le corps même de l'animal, sont-ils, pour l'ordinaire, situés entre les membranes de son manteau, partie dans laquelle réside, plus particulièrement, la matière première de la construction de la coquille. Chacun de ces globules est donc, à proprement parler, un bézoard; mais, un bézoard totalement différent de ceux qui se rencontrent dans les autres animaux, et dont la substance appartient, en totalité, à un dépôt cristallin de la chaux carbonatée, semblable à celui qui donne naissance aux pisolites, dans les variétés de la chaux carbonatée ordinaire. Comme dans les pisolites, nombre de ces perles ont à leur centre un noyau, autour duquel la chaux carbonatée s'est déposée par couches minces concentriques, et ce noyau est souvent dû lui-même à un premier dépôt de la même chaux carbonatée; mais il adhère beaucoup moins aux couches qui l'entourent, que chacune de ces couches n'adhère à celle qui la suit; ce qui fait que, lorsque l'on casse ces globules, quelquefois ce noyau

se détache de lui-même, et laisse une petite cavité à sa place. Cette surabondance de chaux carbonatée, en solution, que renferme l'animal des coquilles perlières, produit quelquefois des dépôts si considérables et si multipliés, quil ne peut plus fermer sa coquille. Ces dépôts enveloppent même, fort souvent, des parties plus ou moins considérables du manteau même, qui ne restent plus adhérentes à l'animal, que par une ou plusieurs petites attaches: ils forment alors des masses tuberculeuses et irrégulières, dans lesquelles on reconnoit les différents points d'attache, que ces parties avoient avec le manteau. J'ai cassé plusieurs de ces grosses perles tuberculeuses, et ai constamment trouvé leur intérieur occupé par une matière animale spongieuse, passée à l'état bitumineux. Ce dépôt a lieu de même à l'extérieur de l'animal: il se fait, très-communément alors, contre les parois de la coquille; et, s'il y existe quelques aspérités, ou quelques corps étrangers, c'est communément autour d'eux qu'il a lieu. Toutes les coquilles bivalves sont sujettes à la maladie qui donne naissance à ces globules; mais celles qui produisent ceux nacrés, ou perles proprement dites, appartiennent plus particuliérement à celles dont la nacre de perles forme, soit leur substance totale, soit la plus grande partie de leur substance: telles que le mytilus margaritiferus, les différentes espèces d'avicules, &c.

Passons maintenant aux détails particuliers qui concernent chacune des deux variétés de la chaux carbonatée globuliforme des coquilles. Je dois la possibilité que j'ai eu d'en faire l'étude, à la complaisance et à l'amitié de Mr. de Jonville. Ce savant aimable et estimable, auquel nous aurons propablement un jour, l'obligation de connoître plus parfaitement les productions naturelles de l'île de Ceylan, ayant été, pendant la résidence qu'il a faite dans cette île, employé à la pêche des perles, en a rapporté une collection d'autant plus intéressante, qu'elle n'a été formée, par lui, que de morceaux propres à faire l'étude de cette substance, que le luxe a rendue si précieuse. C'est à celles qu'il a bien voulu me donner, que j'ai dû la faculté de pouvoir poursuivre, sur elles, l'étude que javois faite des autres variétés de la chaux carbonatée.

Variété non nacrée. Cette variété appartient plus particulièrement, ainsi qu'il a été dit plus haut, aux coquilles bivalves, dans lesquelles la couche qui forme la surface intérieure n'est point à l'état de nacre de perles. On la rencontre, par exemple, assez fréquemment dans le camus gigantus, et les globules qu'elle y présente, sont souvent considérables; j'en ai vu de parfaitement ronds, et du volume d'une grosse cerise: mais elle se montre quelquefois aussi, dans quelques-unes des coquilles bivalves dont la surface intérieure est à l'état nacré, et même dans celles qui produisent les perles proprement dites.

Les globules qui appartiennent à cette variété, sont souvent d'un blanc mat; mais quelquefois aussi, ils sont colorés: j'en ai vu d'une couleur rosée, de jaunes, de grises et de brunes. Leur surface a un poli luisant; mais elle est dénuée du lustre nacré qui appartient à la variété suivante, et elle n'a pas la même demi-transparence.

La substance dont ces globules sont formés, appartient à la chaux carbonatée cristalline. Leur texture est, pour quelques-uns, en couches concentriques seulement, et pour les autres, elle est à la fois en couches concentriques, et en rayons divergents. Cette substance est absolument la même que celle de la chaux carbonatée non nacrée des coquilles, et elle renferme de même extrêmement peu de gélatine.

Il existe cependant une variété, prise parmi les globules dont la texture est à la fois en couches concentriques et en rayons divergents, et qu'on rencontre quelquefois parmi les coquilles bivalves, même parmi celles perlières, dans laquelle la gélatine est en beaucoup plus grande quantité. La couleur des globules de cette variété est d'un gris foncé un peu jaunâtre. Exposés à l'action de la chaleur, ils passent promptement au noir, et on voit la gélatine bouillonner sous son action. Par une action plus considérable de la chaleur ils passent au gris, et finissent par se décolorer complettement, en devenant d'un blanc mat, mais beaucoup moins promptement que la partie du têt des coquilles, dans laquelle la couleur brune foncée annonce la présence d'une plus forte dose de la gélatine

colorante: beaucoup moins promptement aussi que la nacre de perles. Ceux de ces globules que j'ai été à même de casser, avoient leur centre occupé par un petit noyau, de même en fibres divergentes, mais dont la substance différoit de celle du reste des globules, en ce qu'elle étoit incolore. Quelques-uns de ces globules ont de petites parties très-minces, à l'état nacré, adhérentes à leur surface.

Variété nacrée, perle proprement dite. Les globules qui appartiennent à cette variété, différent de ceux de la variété précédente, en ce que, au lieu d'avoir la chaux carbonatée commune pour base de leur substance, ils ont la chaux carbonatée nacrée pour base de la leur.

Ces globules sont d'un blanc un peu grisâtre, ayant un reflet ou lustre nacré, légèrement chatoyant et souvent un peu irisé: ce lustre est analogue à celui de la nacre de perles, dont ces globules ont aussi la demi-transparence, qui est d'autant plus forte, et par conséquent d'autant plus sensible, que leur volume est moins considérable. Dans les petites perles, cette demi-transparence est souvent assez belle; mais dans les grandes, on ne l'apperçoit qu'à travers une légère épaisseur de leur surface: elle est une des causes principales qui contribuent à la beauté et à l'éclat des perles, comme elle est aussi une de celles qui contribuent à la beauté du lustre de la chaux carbonatée dépressée ou schifferspath.

Quoique la couleur de ces perles soit, le plus généralement, celle que je viens de décrire, il s'en rencontre cependant quelques-unes de colorées; j'en possède, par exemple, une petite qui est parfaitement noire: elle m'a été donnée par Mr. De Jonville. Cette couleur noire est assez rare; mais il est assez commun d'en rencontrer de colorées en un gris brun plus ou moins foncé: elles m'ont toujours paru renfermer alors une dose de gélatine un peu plus considérable que celles qui ne sont nullement colorées. Il en existe aussi plusieurs, dans lesquelles le lustre nacré a une très-foible intensité: elles sont alors, soit opaques, soit d'une demi-transparence extrêmement foible. D'autres ont un chatoyement irisé, qu'il est très-com-

mun de rencontrer dans la nacre de perles, mais qui, dans les perles proprement dites, détruit totalement leur beauté, ainsi que leur valeur: celles qui sont colorées en brun, sont assez généralement dans ce cas.

Leur forme tend plus ou moins à celle sphérique; mais souvent cette forme est, soit alongée, soit aplatie; plus souvent encore leur surface au lieu d'avoir ce bel uni, qui distingue principalement les belles perles, est tuberculeuse: ce n'est que bien rarement, et souvent après avoir ouvert bien des coquilles perlières en vain, qu'on en trouve, d'un volume un peu considérable, ayant ce bel uni de la surface, auquel appartient principalement le lustre qui en fait tout le mérite, et les rend dignes de présider à la toilette des graces et de la beauté; il est même alors extrêmement rare d'en trouver plus d'une ou de deux dans la même coquille.

Leur texture est entièrement à couches concentriques très-minces, et, ainsi que je l'ai déjà dit, l'orsqu'on les casse, souvent il se détache de leur centre, un petit noyau de même nature et de même forme arrondie, moins adhérent à la substance de la couche avec laquelle il est en contact que le reste des couches ne le sont entre elles, et autour duquel elles se sont formées. D'autrefois, ce noyau est à l'état de chaux carbonatée non nacrée; je possède une assez belle perle de ce genre. Assez souvent, ce noyau appartient à une très-petite partie de la substance même de l'animal, mais passée à l'état de bitume: on a vu que quelquefois il se forme, dans les coquille perlières, des masses irrégulières et tuberculeuses, dont l'intérieur est rempli par la matière même des membranes de l'animal, passées de même à l'état de bitume. D'autrefois, ce noyau appartient à un petit grain de quartz. * Tout annonce donc, dans les perles, une

* Mr. De Jonville m'a assuré avoir fait aussi lui-même, assez souvent, cette observation. Ce fait me met dans le cas de faire mention ici d'un autre, qui semble annoncer que de petites parties de quartz sont aussi renfermées quelquefois dans la substance même des coquilles. En cassant le strombus gigas, dont l'épaisseur et la texture exige, pour cet effet, une action assez forte du marteau, et principalement en cassant ses pointes, trois ou quatre fois le marteau en a tiré des étincelles très-vives. Cependant, en examinant, avec la loupe, les parties d'où avoient jailli ces étincelles, il m'a toujours été impossible d'y découvrir la moindre trace de

formation absolument analogue à celle des globules de chaux carbonatée ordinaire, connues sous le nom de pisolites ou dragées de Tivoli.

La grandeur des perles varie depuis celle d'une graine de pavot, jusqu'à celle d'un petit œuf: celles de cette dernière grandeur sont excessivement rares. On sait que leur valeur est proportionnée, tant au dégré de perfection de leur forme sphérique et de leur lustre, qu'à leur grandeur. Je crois devoir ajouter ici que les perles qui sont adhérentes à la surface intérieure de la coquille, n'atteignent jamais le dégré de perfection de celles qui sont placées entre les membranes de leur manteau.

Quant à leur pésanteur spécifique, leur dureté, et leur manière de se comporter dans les acides, ces différents caractères sont conformes en tout à ce que montre, à cet égard, la chaux carbonatée nacrée des coquilles ou nacre de perles, et elles ne présentent d'autre différence, d'avec la chaux carbonatée dépressée ou schifferspath, que celle due à la légère dose de gélatine qu'elles renferment.

grains quartzeux. C'est à la recherche de ces petits grains que jai dû l'observation de la chaux carbonatée cristalline, en fibres divergentes et transparentes, renfermée dans la substance des pointes : j'avois d'abord pris ces petits grains pour du quartz, et je les considérois comme étant la cause des étincelles qui ont décidé depuis une observation plus minutieuse de ma part.

OBSERVATION SUR LA

CHAUX CARBONATÉE DES COQUILLES.

Il paroit donc parfaitement démontré, que le têt des coquilles appartient exclusivement à la chaux carbonatée cristalline pure; et que la gélatine n'y entre qu'en très-foible dose, et simplement comme partie intégrante étrangère mélangée, mais qui quelquefois cependant, et surtout dans celles de leurs parties qui sont colorées en un brun noirâtre ou jaunâtre, y joue le rôle de matière colorante. Non seulement nous avons vue la chaux carbonatée admettre, dans ses cassures, la forme rhomboïdale propre à la chaux carbonatée cristalline, mais nous l'avons vue, en outre, admettre toutes les variétés qui sont particulières à cette substance, telles que celle fibreuse, compacte, mamelonnée, globuliforme, et même celle en cristaux plus ou moins déterminés, ainsi que celle très-particuliere dépressée, ou schifferspath. Il ne peut donc rester aucun doute que ce têt n'appartienne, en effet, directement à la chaux carbonatée; mais, en même temps, cette substance y présente une nouvelle variété, non seulement à raison de la réunion qu'elle y montre des deux règnes, animal et minéral; mais encore à raison de sa texture. Nous avons vu qu'elle étoit le plus habituellement en feuillets minces, serrés les uns contre les autres, et qui, considérés par rapport à la surface du têt de la coquille, ont une situation perpendiculaire à cette surface lorsqu'elles appartiennent à la chaux carbonatée simple, et en ont une qui rapproche plus ou moins du parallélisme avec cette surface, lorsqu'elles appartiennent à la chaux carbonatée nacrée.

La chaux carbonatée des coquilles a donc eu une formation analogue à celle qui appartient à la chaux carbonatée ordinaire, à laquelle doit être rapportée une grande partie de la charpente solide de notre globe: c'est-à-dire, qu'elle y est le résultât, d'une cristallisation, soit confuse, soit lamelleuse, soit enfin, dans quelques circon-

stances particulières, en cristaux réguliers, ou approchant plus ou moins de la régularité. Elle y a donc été soumise aux mêmes loix qui ont présidé à la formation de toutes les substances minérales, et comme telle, ainsi que par sa grande abondance, et le rôle considérable qu'elle à joué dans le grand travail minéralogique de la nature, elle doit, ce me semble, occuper une place parmi les substances minérales. Telle est la raison qui m'a déterminé à la placer, comme variété, à la suite de la chaux carbonatée.

On objectera, peut être, que les coquilles étant le résultat direct du travail des animaux qui les habitent, il paroit plus naturel de les laisser avec le règne animal, où jusqu'ici elles avoient été placées. Mais je ne pense nullement que les coquilles soient dans le cas d'être considérées, comme étant le résultat du travail direct de leurs habitants. Ils en sont une cause première, j'en conviens. Il faut, sans doute, un acte de leur volonté, pour faire sortir des glandes, ou autres réceptacles, contenus dans les membranes de leur manteau, la solution de chaux carbonatée qui y est renfermée; mais, une fois cette solution parvenue au dehors, il me paroit que l'animal ne doit plus avoir aucune action sur elle: cette solution y est livrée à la cristallisation, travail purement minéralogique. Le développement du corps de l'animal, joint à celui des membranes de son manteau, ainsi que les diverses courbures qui en sont le résultat, servent de base à la précipitation de la cristallisation, et, par là, déterminent très-probablement la forme première de la coquille. Son accroissement est ensuite procuré, à ce qu'il paroit, par le simple intermède de la solution de chaux carbonatée renfermée dans le manteau de l'animal; et dans cet acte il est régi par cette loi de la nature à laquelle tout animal est soumis, et est connue sous le nom d'instinct. L'animal coquillier n'est donc que le réceptacle qui renferme les matériaux de sa coquille: il est la cause première de sa formation; mais il ne met pas la derniere main à son ouvrage: ce dernier acte, étant purement dû à la cristallisation, est totalement dependant de la minéralogie. Cette opération pour avoir lieu, demande la cessation de tout mouvement étranger qui peut s'opposer à celui déterminé par

l'attraction réciproque des molécules cristallines ; et, si l'animal s'en mêloit, il la troubleroit beaucoup plus qu'il ne pourroit lui être utile.

On objectera, sans doute encore, et cette objection m'a même déjà été faite, que la même raison qui m'a engagé à placer les coquilles dans le règne minéral, pourroit servir également pour y placer aussi les os, en leur faisant occuper une place parmi les variétés de la chaux phosphatée. Cette objection seroit beaucoup plus captieuse qu'elle ne seroit fondée. Les os, d'après leur formation, n'ont aucun rapport avec les coquilles. Les os ont une organisation, les coquilles n'ont, ainsi que les minéraux, qu'une texture. Les os renferment une dose considérable de gélatine, qui y joue un rôle capital, et y forme, en réalité, un réseau, dans les mailles duquel le phosphate de chaux paroit être placé. Les os ont des vaisseaux propres, qui portent dans leur substance la nourriture qui détermine leur acroissement, et qui, ainsi que la séve le fait dans les branches des arbres, permet leur greffe par approche, et, ce qui surtout est très-heureux pour nous, détermine leur réunion lorsqu'ils ont été fracturés. Cette nourriture, qui leur est apportée par ces mêmes vaisseaux, en fait varier la texture et la substance à mesure que l'animal vieillit. Plus spongieux et même, pour quelques-uns, simplement cartilagineux dans l'enfance, ils prennent plus de consistance et se durcissent par une addition de chaux phosphatée, à mesure que l'animal se rapproche de l'âge de puberté, et finissent, pour ainsi dire, par se minéraliser dans la vieillesse. Rien dans eux ne rappelle la cristallisation, tandis que tout, au contraire, tend à démontrer que leur nutrition et leur accroissement se font par intussusception, mode qui distingue et sépare essentiellement les animaux et les végétaux des minéraux. On ne peut donc comparer en aucune manière, les coquilles aux os des animaux ; et, si les premiers appartiennent bien sensiblement au règne minéral, les seconds au contraire s'en écartent totalement.

Le règne minéral est donc, en réalité, réuni à celui animal dans les coquilles considérées collectivement avec leurs habitants. Dans

un moment où l'observation très-active, et mieux dirigée qu'elle ne l'a jamais été, vient éclairer d'un nouveau jour toutes les sciences, et principalement celles qui ont l'étude de la nature pour objet, l'exacte justesse dans les dénominations est d'une très-grande importance. Ne sembleroit-il pas, en conséquence, à propos d'ajouter, sous le nom de règne *minéro-animal*, une quatrième-division, aux trois qui depuis longtemps ont été établies ?

